

PUBLICATION

de

L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE STRASBOURG

Série

"Astronomie et Sciences Humaines"

n° 7

**Observatoire Astronomique
11, rue de l'Université
67000 Strasbourg (France)**

Table des Matières

Editorial	i
Jésus, est-il né au solstice d'hiver ? - L'Invention de Noël LEVY M.L.	1
Hipparque, sa vie, son oeuvre BRUNET J.P. - NADAL R.	11
Les Incas étaient-ils capables de prévoir les éclipses de lune ? ZIOLKOWSKI M. - LEBEUF A.	23
Le proche et le lointain : Eléments d'Ethnoastronomie Emerillon (Guyane Française) MOHIA N. - NAVET E.	43
L'Univers est-il déterminé ? ANDRILLAT H.	67
Un théâtre astronomique en Avignon - Le Planétarium à miroir de Kircher (1632-1633) - Avant-projet de reconstruction OUDET J.F.	79
La cosmologie mythologique : le rationnel dans l'irrationnel RADOSLAVOVA T. - SIMANOV A.	95
Index Volumes 1 à 6	99



Editorial

Ce septième volume de la Série "Astronomie et Sciences Humaines" contient les exposés présentés lors des réunions 10 et 11 organisées avec l'aide financière de l'Université Strasbourg I et Strasbourg II, et les Amis de l'Université de Strasbourg de l'Académie de Strasbourg.

Nous remercions la Direction de l'Observatoire de Strasbourg qui a permis que ces comptes-rendus s'inscrivent dans la série des publications de l'Observatoire. Nous remercions également Mme Hamm pour la présentation et l'édition des articles, ainsi que l'imprimerie de l'Observatoire pour le tirage off-set.

P. ERNY - C. JASCHEK

Publ. Obs. Astron. Strasbourg
Ser. "Astron. & Sc. Humaines" N° 7

JESUS EST-IL NE AU SOLSTICE
D'HIVER ?

L'INVENTION DE NOEL

LEUY Michel Louis
Institut National d'Etudes
Démographiques
Paris (France)

JESUS EST-IL NE AU SOLSTICE D'HIVER ?

L'INVENTION DE NOEL

ABSTRACT

The Evangelists do not tell us the season Christ was born. But there are nine months between Easter and Xmas, which mark the beginning and the end of the human gestation. This hypothesis is examined in the light of the book of Maccabees and Esther instituting the Jewish feasts of Hanukkah (25 Kislev) and Purim (14 Adar).

The length of Hanukkah, eight days, evokes the circumcision and the number 25 the creation of light. But the birth celebrated is that of the sacrificial altar. The Jewish censure of the Book of Maccabees seems to trace a heresy which followed.

Purim, the feast of Hazard, commemorates a non-extirpation, which has many analogies with fecundation. The recalling of fortified and open cities is a metaphor distinguishing women attending a child from others.

Finally the couples Easter-Xmas and Purim-Hanukkah could have resulted besides the incomprehension of Hebrew - Greek languages and solar and lunar calendars, from the same sacralisation of pregnancy.

ASTRONOMIE ET BIOLOGIE

Pourquoi Noël est-elle célébrée le 25 décembre, au voisinage du solstice d'hiver ? Les encyclopédies font état d'un souci synchrétique des Pères de l'Eglise, au III^{ème} siècle, pour faire coïncider les rites païens saluant la renaissance annuelle de la Lumière avec la célébration de la venue au monde du Sauveur. Mais les Evangiles ne font aucune allusion à la saison pendant laquelle naît le Christ. Dans Jean et dans Marc, la relation de la prédication de Jésus ne commence qu'au baptême par Jean-Baptiste. Il y a cependant dans Jean le verset 3, 30 "*Il faut que celui-là [le Christ] croisse, et que moi, je diminue*", cité comme instituant la fête du Christ au solstice d'hiver, après lequel la durée du jour croît, et la Saint-Jean au solstice d'été, après lequel les jours diminuent.

Mais la Nativité n'est évoquée que dans Matthieu et Marc. Dans Matthieu les Mages viennent du Levant à Bethléem, et suivent une Etoile qui "*vint se placer au dessus de l'endroit où était l'Enfant*" (Mt, 2, 9). Dans Luc, ce sont des bergers de Bethléem qui, prévenus par un Ange, "*trouvent Marie, et Joseph, et le nouveau-né couché dans la mangeoire*" (Lc, 2, 16). A propos d'Elisabeth, mère de Jean-Baptiste, Luc précise que "*le temps fut révolu où elle devait enfanter*" (Lc 1, 57). Pour Marie, l'Annonciation a lieu "*au sixième mois*" après la conception de Jean (Lc, 1, 26 et 36).

Nous proposons de voir dans les Mages du Levant le symbole de la science astronomique des Chaldéens. Leur présence solennise la naissance d'une nouvelle ère de calendrier, dite "ère chrétienne". Quant à la mangeoire de Luc, elle serait là pour faire réfléchir sur le point suivant : en quoi la naissance d'un "Fils de l'Homme" diffère-t-elle de celle d'un fils de l'animal ? Selon cette hypothèse, Matthieu définirait l'Absolu du Temps par l'astronomie, à laquelle il est habituel de se référer. Mais Luc, lui, le chercherait dans la biologie, et dirait ceci : il est impossible d'imaginer un Temps sans Homme, sans Pensée pour le concevoir.

La concordance difficile entre ces deux repères du Temps est au centre des sujets abordés dans le séminaire "astronomie et sciences humaines". J'y ai fait allusion dans un récent ouvrage d'initiation à la démographie : "*Les démographes utilisent volontiers la vie humaine comme étalon du temps. Nous sommes habitués à considérer les phénomènes astronomiques comme bases de la mesure du temps et des calendriers. Mais il faut considérer les phénomènes biologiques : [...] neuf mois de grossesse, cent vingt ans de vie maximale, [et les âges] du début et de la fin de la vie féconde des femmes, douze ans, cinquante-deux ans.*" [LM, p. 30-31].

DATE DE NAISSANCE ET DATE DE CONCEPTION

Ces âges ou durées concernent plutôt les femmes. Tout se passe comme si, pour mesurer le temps, les Hommes (hommes et femmes) avaient le choix entre regarder les astres, et regarder les femmes. Or, sur un point particulier, il y a une concordance bien connue : la périodicité des règles féminines est celle de la Lune, d'où les nombreuses coïncidences étymologiques entre "mensuel" et "menstruel". Ce pourrait être un sujet d'étude de ce séminaire que de se demander si cette coïncidence en est une, et comment elle été analysée par les diverses civilisations.

Selon l'hypothèse avancée, le personnage principal de la crèche de Bethléem n'est pas le Fils, mais la Mère. Si la Nativité a lieu au Solstice d'hiver, c'est que la conception correspondante, dite "Incarnation" dans la théologie chrétienne, a lieu neuf mois plus tôt, à l'Equinoxe de printemps, ce qui nous renvoie de Noël à Pâques. L'hypothèse devient : les neuf mois de Pâques à Noël symbolisent la gestation humaine. Si Noël est le 25 décembre, alors Pâques devrait tomber le 25 mars.

Que l'Incarnation ait lieu à Pâques, époque de la Crucifixion et de la Résurrection, qui surviennent donc à la date anniversaire de celle-là, est bien connu de la théologie chrétienne. Lors de la Passion s'est écoulé un nombre entier d'années (trente-trois, selon la tradition la plus connue), depuis l'Incarnation. Que la Résurrection intervienne à la saison de la Résurrection de la Nature, et soit aussi Ré-Incarnation, est compréhensible, et ne pose pas de difficultés majeures.

HANOUKAH: CIRCONCISION LUMIERE INAUGURATION

Mais mon propos est ailleurs. Si la séquence Pâques-Noël symbolise les neuf mois de la grossesse, elle est indépendante d'une naissance particulière, et pourrait avoir été instituée avant la venue du Christ. Dans ce cas, le calendrier juif en garderait la trace. La filiation entre la fête biblique de "Pessah", qui commémore la Libération d'Egypte, et la fête chrétienne de Pâques, est évidente : divers épisodes de la Passion s'entremêlent aux rites juifs du repas pascal ("Seder" ou Cène), du sacrifice de l'agneau pascal et du pèlerinage printanier à Jérusalem. Mais Noël ? Qu'est-ce qui ressemble à Noël dans le calendrier juif ?

Evidemment Hanoukah. Chaque enfant juif sait que Hanoukah tombe le 25 Kislev, en hiver, au voisinage de Noël, avec laquelle elle présente des analogies.

D'abord, le 25 du mois. De plus, elle dure huit jours, ce qui n'est certes pas le cas de Noël, mais cette durée, dans la tradition juive, est le temps de la Circoncision, depuis celle d'Isaac (Gn 17, 12). Une comptine, chantée au Seder de Pessah', le rappelle. Or, il y a peu, le calendrier des postes portait encore "Circoncision" le 1er janvier, ce qui est en effet cohérent avec une naissance le 25 décembre, compté comme premier jour. Luc associe la circoncision de Jésus à sa nomination (Lc 2, 21), sens qu'a pris aujourd'hui le verbe "baptiser". La circoncision étant reconnaissance et manifestation de la paternité, c'est le Verbe divin qui, tout à la fois, donne au Fils son Nom et le fait entrer dans l'Alliance. Le calendrier liturgique des premières églises chrétiennes exalte cette séquence "Naissance-Circoncision-Nomination". Dans le judaïsme, l'allusion à la circoncision est dissimulée sous les huit bougies du chandelier, symbolisant les huit jours de l'Alliance.

Ce chandelier rappelle une autre analogie entre Noël et Hanoukah : les bougies du sapin de Noël et celles de la Menorah associent ces deux fêtes à la célébration de la Lumière, qu'étaient aussi censées célébrer les fêtes païennes du solstice d'hiver. Chacun sait que le Premier jour de la Création, l'Eternel dit "Que la Lumière soit". Ce qu'on sait moins, c'est que le mot "Lumière", AWR en hébreu, est le 25ème du texte original. D'autre part, si vous admettez que la création d'Adam, le Sixième jour, le Vendredi, a eu lieu au premier jour d'une lune (le Nouvel An juif, Rosch haChanah, le 1er Tichri, est considéré comme anniversaire de la Création de l'Homme), et si le mois précédent (Eloul) est lunaire et a 29 jours, alors la Lumière est créée cinq "jours" avant, soit le Dimanche 25. Deux raisons donc pour célébrer la Lumière le 25 du mois [SR].

Mais il se pose alors un problème compliqué, pour concilier la Création de l'Homme, le Vendredi 1er Tichri, et la Circoncision de l'Enfant le Dimanche 1er janvier. Le choix d'un mois lunaire de 29 jours privilégie plutôt la Création "ex-nihilo" d'Adam, au Sixième Jour, tandis que le choix d'un mois solaire de 31 jours, privilégie la Naissance et la Circoncision, au Huitième Jour, "annoncées" dès le début de la grossesse des mères, Sarah dans l'Ancien Testament et Marie dans le Nouveau. Dans cette optique, la séparation du christianisme et du judaïsme apparaît comme liée à celle du mois lunaire et du mois zodiacal. Tout se passe comme si le rythme lunaire-féminin, éjecté du calendrier, y réapparaissait par sacralisation de la gestation, allant de l'Annonciation à la Nativité. Le jour de l'Annonciation (25 mars) est resté celui où l'Eglise célèbre le mystère de l'Incarnation.

Il reste que la date du 25 Kislev, et la durée de la Fête, huit jours, n'est censée commémorer ni la Lumière, ni la Naissance : elle commémore une inauguration, une "dédicace", Hanoukat en hébreu, mot utilisé avec ce sens pour la dédicace de l'autel dans le désert, par Moïse, et pour celle du Temple de Salomon. On lit, au chapitre 4 du premier Livre des Maccabées : *" le 25 du neuvième mois, qui est le mois de Kislev, de l'an 148, ils offrirent un sacrifice, conformément à la Loi "*

52-53) " Ils firent la dédicace de l'autel pendant huit jours " (56) " Judas, avec ses frères et toute l'assemblée d'Israël, statua que les jours de la dédicace de l'autel seraient célébrés en leur temps chaque année pendant huit jours, à partir du 25 du mois de Kislev, avec joie et allégresse. " (59).

L'HERESIE HASMONEENNE

Le problème se pose alors du statut de ce texte. Si la fête de Hanoukah est devenue partie intégrante du calendrier juif, le texte qui la fonde, lui, n'a pas été admis au canon rabbinique. *"Le premier livre [des Macchabées] a été écrit en hébreu. Mais le texte original a été perdu, nous ne le connaissons que par la traduction grecque des Septante."* [OT]. Le deuxième livre des Macchabées, écrit semble-t-il directement en grec, commence par deux épîtres, adressées de Jérusalem aux Juifs d'Egypte, insistant sur la fête du 25 Kislev et les événements qui l'ont fondée. Ceux-ci sont d'ailleurs plutôt liés à la notion de "purification" qu'à celle d'inauguration : *"Le jour où le Temple avait été profané par des étrangers, ce même jour, eut lieu la purification du temple, le 25 du même mois qui est celui de Kislev. Avec allégresse, ils célébrèrent huit jours de fête"* (2. Mac 10, 5,6). A noter que cette purification se fait à partir du "feu de l'autel", prescrit en Lévitique 6,6, et à l'huile rituelle, support tout à la fois de lumière et de pureté : *" l'huile servait aussi à l'onction des prêtres et à celle du Roi, et le judaïsme se nourrissant de l'attente de l'Oint, toutes les fonctions d'allumage ont une connotation messianique "* [BM].

Privée du texte fondateur, la tradition juive a justifié Hanoukah par le miracle de la fiole d'huile, qui permet au chandelier du Temple purifié de brûler huit jours. *" La Michnah a totalement ignoré le récit hasmonéen et le Talmud ne se réfère qu'au miracle de la fiole d'huile, à partir d'un texte non académique (Shabbat 21b), sans doute en raison de l'usurpation par la famille des prêtres hasmonéens du trône de David. "*[SM]. Le nom "hasmonéen", qui désigne la dynastie issue de Judas Macchabée et de ses frères, semble lié à l'hébreu Chmoné, qui veut dire "Huit". Hasmonéens ne désignerait pas seulement des partisans des usurpateurs, mais surtout des hérétiques qui auraient, par exemple, voulu instituer la célébration du huitième jour, c'est-à-dire du Dimanche, comme celui de la Lumière et de l'Enfant Oint, "Machiah", Messie. On sait que les Rois hasmonéens furent fortement teintés d'hellénisme. Les Rabbins pharisiens ont lutté contre cette hellénisation et contre l'usage de la traduction en grec de la Bible. Ils auraient ainsi "retourné" une fête passée dans l'usage, en en faisant un symbole du triomphe du monothéisme hébreu sur le paganisme grec.

LES HASARDS DE LA CONCEPTION

Et les neuf mois de grossesse ? Hanoukah est au neuvième mois d'un décompte qui place Pessah' à la première Lune : "*Ce mois-ci est pour vous le commencement des mois ; il sera pour vous le premier des mois de l'année*" (Ex, 12, 2). Il n'y a donc que huit mois, et dix jours, entre Pessah', le 15 Nisan et Hanoukah le 25 Kislev. Si Hanoukah est une naissance, alors la conception précédente est, neuf mois auparavant, dans le mois qui précède celui de Pessah'. Or la Pleine Lune qui précède celle de Pessah' est le jour de la fête de Pourim, fête des Hasards. Les généticiens insistent sur l'importance du hasard dans toute conception.

Pourim, officiellement, est le 14 Adar, mais est fixée au 14 Adar-bis, quand l'année est embolismique, "grossie" d'une treizième Lune pour rattraper le retard accumulé en trois ans : en trois fois 354 jours, on prend 33 jours de retard sur trois années solaires, soit trois fois 365 jours. Pourim est donc toujours à la Pleine Lune qui précède celle de Pessah'. En hébreu mystique, le secret du calendrier est dit "Sod Ha'lbour", secret de la gestation, et l'année embolismique est dite "Me'ouberet", enceinte [SR]. Or la décision d'intercaler une treizième Lune avant celle du pèlerinage de Pessah' était certes fondée sur des constatations astronomiques et agricoles, mais relevait en dernière analyse de la décision du "Beth-Din", le Tribunal des Sages. Pour distinguer le douzième ou treizième mois de l'année n-1 avec le premier de l'année n, ce qui différencie le calendrier juif du calendrier musulman où rien ne trouble le rythme des douze lunes, il est habile d'instituer une mascarade : Pourim, la fête d'Esther, est à la fois mardi gras, carnaval et le Premier avril juif. (On dit que nos "poissons d'avril" rappellent l'époque où cette date était celle du nouvel an). De plus Esther, Astarté en langue perse, Star en anglais et Stern en allemand, c'est l'Etoile, ce qui justifie que son livre soit fondateur de calendrier.

Mais apparemment le Livre d'Esther ne raconte pas une conception. Il raconte une "non-extinction", celle programmée par le méchant Aman, vizir d'Assuérus, qui règne à Suse. A noter cependant qu'Assuérus règne sur 127 provinces, et que 127 ans est la durée de la vie de Sarah, mère d'Isaac (Ge 23, 1). Qui est le Roi de la fécondité des mères ? Au début de l'histoire, "*des lettres furent envoyées par le moyen de courriers à toutes les provinces du roi, prescrivant d'anéantir, de tuer, et de faire périr tous les Juifs, du plus jeune au plus vieux, enfants et femmes, en un seul jour, le treize du douzième mois, c'est-à-dire le mois d'Adar, et de piller leurs biens.*" (Est. 4, 13). Et à la fin "*Car Aman, fils d'Hamdata, l'Agaguite, l'adversaire de tous les Juifs avait projeté de les faire périr, et avait jeté le Pour, c'est-à-dire le sort, afin de les exterminer et de les faire périr [...] les Juifs instituèrent comme tradition qu'on ne peut abolir, pour eux, pour leur descendants et pour tous ceux qui se joindraient à eux, de célébrer ces deux jours selon ce qui était écrit et au temps fixé, d'année en*

année " (Est. 9, 24 et 27). Les rabbins font souvent observer que le Nom de Dieu est absent du livre d'Esther, remplacé par la désignation du roi (Assuérus), instrument passif du destin, et qu'il contient pour la première fois dans la Bible le mot "Juif" (Yehudi), tant pour désigner Mardochée que son peuple, éparpillé hors de Judée. En somme, si le Livre d'Esther met en scène une conception, c'est celle d'un peuple et d'une appartenance, plutôt que celle d'un enfant. Et qui est le Père de ce peuple ? Assuérus, qui se borne à "ne pas l'exterminer", Juda, fils d'Israël, dont il porte le nom, ou bien Celui dont le Nom n'apparaît pas ?

LES MURAILLES DE JERICHO

On aura remarqué que le jour tiré au sort par Aman est le 13 Adar, alors que la fête instituée est fixée au 14 et au 15. Comme pour montrer que la Pleine Lune, tout comme la période la plus fertile du cycle féminin, dure trois jours. Une bizarrerie de la fin du Livre va dans le même sens. Il s'agit d'une distinction faite entre les Juifs de Suse, qui célèbre la fête le 15, et ceux des "villes ouvertes" qui la célèbre le 14 (Est. 9, 18-19). Dans la tradition juive, cette distinction a été maintenue entre les villes ouvertes, non fortifiées et *"les villes entourées de murailles à l'époque de Josué, fils de Noun"* [FW]. Cette curieuse allusion à Josué est en général justifiée par le fait que Josué est vainqueur de l'ennemi absolu d'Israël, Amaleq, dont descend Agag, exterminé par Samuël et Saül en 1. Samuël 15, et dont Aman "l'Agaguite" est la nouvelle incarnation. Mais l'association de Josué à des murailles fait plutôt penser à celles de Jéricho. On oublie trop souvent que le personnage essentiel de cet épisode est Rahab, la prostituée, qui, parce qu'elle accueille les deux espions que Josué envoie avant le siège, est ensuite sauvée. Une femme qui couche avec deux hommes la même nuit a un vrai problème, véritablement théologique: qui est le père d'un éventuel enfant ? C'est celui de Rahab, qui compte avec angoisse les jours de retard de ses règles : un jour, deux jours... et le septième jour, plus de doute : elle TOMBE ENCEINTE, TOMBE ENCEINTE. Dans le livre de Josué, on ne sait ce qu'il advient de Rahab. Mais dans l'Evangile de Matthieu, elle engendre Booz, et figure dans la lignée messianique.

Jeu de mot ? Pas du tout. La parenté entre les mots de la filiation et ceux de la construction est une caractéristique de l'hébreu biblique : BT, bet, fille, est proche de BYT, baït, maison. "Pierre" se dit Eben, ABN, c'est-à-dire AB-BN Père-Fils. Ces voisinages expliquent d'innombrables métaphores, notamment le célèbre jeu de mots de Matthieu, 3,9 repris en 16, 18, quand Jésus dit à Simon, fils de Jonas : *"Et moi aussi, je te dis que tu es pierre; et sur ce roc, je bâtirai mon assemblée"*. Autre voisinage : les mots "lune" et "ville" sont en hébreu formés des mêmes lettres YR, précédées d'un Ayn pour la Ville, suivies d'un Het pour la Lune. Et YR, ce sont les initiales communes de Jérusalem et de Jéricho, qui sont donc à la fois repères dans l'espace et dans le temps. Le 13 de la Lune

et du cycle a lieu le rapport sexuel fécondant, le 14 les "villes ouvertes", c'est-à-dire les femmes non fécondées, dont le cycle va se poursuivre, font la fête, mais le 15, les "villes fortifiées", c'est-à-dire les femmes enceintes, se distinguent du lot : deux semaines plus tard, les règles ne seront pas au rendez-vous, et pour neuf mois, elles sont peut-être porteuses du Messie.

CALENDRIERS ET SCHISMES

Les disputes sur le calendrier furent au centre des hérésies juives. Ainsi, selon des interprétations divergentes du chapitre 23 du Lévitique, certains, notamment les Saducéens et les Samaritains, pensent que Pessah' doit toujours tomber un Chabbat. Aboutissement de cette théorie, le Livre des Jubilés [CP] expose que l'année a un nombre entier de semaines, 52, soit 364 jours, et devient sacré pour les Esséniens. Plusieurs contradictions des récits évangéliques peuvent résulter du conflit de ce calendrier avec celui des autorités pharisiennes.

Notre hypothèse de départ aboutit en tout cas à l'idée qu'avant l'ère chrétienne existaient des monothéistes, qui lisaient la Bible en grec, qui célébraient chaque Dimanche la Création de la Lumière, une fête de la Résurrection, tombant un dimanche de printemps, une fête de la Naissance, le 25 du neuvième mois, suivie huit jours plus tard d'une fête de la Circoncision. La double séquence Pâques-Noël, Incarnation-Nativité, et Pourim-Hanoukah, Conception-Circoncision, seraient des traces des disputes entre les cycles solaire, lunaire et féminin, arbitrées en faveur du cycle solaire, par César puis par Constantin.

Il semble bien qu'en l'an 3715 de la Conception du Monde, Sosigène d'Alexandrie conserva quelques traces du calendrier hébraïque dans le calendrier solaire que lui commandait Jules César. Il fixa l'Equinoxe de printemps au 25 mars, premier mois, et le Solstice d'hiver au 25 "décembre", dixième mois de l'année "julienne". Le concile de Nicée, après plus de trois siècles de précession des équinoxes, les trouva aux 21 mars et 21 décembre, mais laissa Noël au 25 décembre. En 1582, la réforme grégorienne corrigea la précession accumulée depuis le Concile de Nicée, mais non celle allant de César à Constantin.

Aucun personnage historique n'est né le 25 décembre de l'an 0. Mais la Pensée, dans la Qabbale, est née le Dimanche 25. Le Soleil reprend sa marche ascendante au solstice d'hiver. Et le destin de tous les enfants, dont l'Enfant Jésus est une Incarnation, est de venir au monde à la Dixième lune de l'union de leurs parents. N'est-ce pas cela qui, après mise au point, devrait être inscrit dans les almanachs, et enseigné à l'école ?

REFERENCES

- [BM] Monette BOHRMANN "L'huile dans le judaïsme antique", dans *Dialogues d'histoire ancienne*, 15-2, CNRS, 1989, p. 65-73.
- [CP] : André CAQUOT et Marc PHILONENKO : "Jubilés", dans *"La Bible Ecrits intertestamentaires"*, Bibliothèque de la Pléiade, NRF, Gallimard, 1987, p. 626-810
- [FW] : *"Pourim et la Meguila d'Esther"*, par Rav Moché FRANK, adaptation par le Rabbin D. WEILL, Edition Peyim "Yad Laa'Him", Belgique, 1988, 72 p.
- [LM] : Michel Louis LEVY *"Déchiffrer la démographie"*, Syros-Alternatives, série "Analyse", n° 9, 1990, 272 p.
- [OT] : *"La Bible Osty"*, Introduction et notes d'Emile OSTY et Joseph TRINQUET, Seuil, 1973, 2620 p.
- [SM] : Moïse SIBONY *"Le Jour dans le judaïsme. Son histoire et ses moments significatifs"*. Edité par l'auteur, avec le concours du CNRS. Faculté des sciences, Tours, 1986, 354 p.
- [SR] : Roger STIOUI *"Le calendrier hébraïque"*. Les éditions Coibo, Paris, 1988, 260 p.

* * *

BIOGRAPHIE

Michel Louis LEVY, né en 1939, statisticien et démographe, administrateur et chef du service de Diffusion de l'Institut National d'Etudes Démographiques, est rédacteur depuis 1977 du bulletin *Population et Sociétés*. Il est l'auteur d'ouvrages pédagogiques sur les statistiques sociales et d'articles sur la laïcité : *"Déchiffrer la démographie"* (Synes-Alternatives, 1990) , *"Alfred Sauvy; compagnon du siècle"* La Manufacture, 1990).

Publ. Obs. Astron. Strasbourg
Ser. "Astron. & Sc. Humaines" N° 7

HIPPARQUE, SA VIE, SON OEUVRE

BRUNET J.P.

Laboratoire d'Astrophysique
Toulouse (France)

NADRL R.

Observatoire Midi-Pyrénées
(France)

HIPPARQUE, SA VIE, SON OEUVRE

ABSTRACT

Hipparchus is a greek astronomer who lived in the second century B.C. He discovered the precession of the equinoxes and drew up the first star catalogue. The "Commentary" is his only extant work. There he describes the sky and indicates the ecliptic points that rise, set or culminate simultaneously with some stars of each constellation. The numerical data analysis has been carried out on the hypothesis that Hipparchus used a solid sphere to help him in writing his treatise. The main features of this apparatus have been determined by means of a mathematical model : the obliquity of ecliptic is $23^{\circ} 43'$, the rotational axis inclination is $36^{\circ} 15'$, the meridian ring thickness is 0.5° and the stars plotted on the globe are 1.7° sized. The equatorial coordinates have been determined for 78 stars mentioned in the text and they are in good agreement with -140 for the epoch of the observations. Perhaps the positions of these stars were part of the Hipparchus lost catalogue. Moreover, some informations about the way the Ancients worked have been drawn : Hipparchus rounded the longitude values to the nearest half-degree and made the meridian sightings on the globe on anyone of the two sides of the ring. Other hypotheses have been considered, for instance the computation of the longitudes by means of right and oblique ascension tables. Nevertheless they agree less closely with the numerical data. So the hypothesis involving a solid sphere remains the most plausible.

I. LA VIE D'HIPPARQUE

Nous savons peu de choses de l'astronome grec Hipparque. Il est sûrement né à Nicée, dans la province de Bithynie, en Asie Mineure, vers 190 avant notre ère et est encore appelé nicéen ou bithynien plusieurs siècles après sa mort sur les quelques monnaies où il figure, comme celle frappée sous l'empereur Alexandre-Sévère (222 - 235). Sur cette dernière, il est représenté assis, manipulant un petit globe céleste reposant au sommet d'une colonnette. On sait que le globe céleste était un instrument d'un usage courant dans l'Antiquité et nous verrons quelles pouvaient en être les diverses utilisations.



Revers d'une monnaie de bronze d'Alexandre Sévère (III^{ème} siècle)

Les rares points de repère qui jalonnent la vie d'Hipparque nous sont donnés par quelques auteurs qui lui sont postérieurs. Le plus digne de foi est Claude Ptolémée dont la Syntaxe Mathématique, plus connue sous le nom d'Almageste, fait état d'une vingtaine d'observations attribuées à Hipparque et datées de -161 à -126. Il s'agit surtout de la détermination de l'époque des équinoxes et des solstices, d'observations d'éclipses de Lune et de la détermination de longitudes d'astres comme α Leo, la Lune ou le Soleil. D'après Ptolémée lui-même, Hipparque, qui est constamment cité dans l'Almageste et à bien d'autres propos que ceux qui viennent d'être évoqués, était un observateur

attentif des phénomènes célestes. Ses observations auraient été faites à Alexandrie puis à Rhodes où, selon toute vraisemblance, il devait mourir vers -120.

II. L'OEUVRE D'HIPPARQUE

Si la vie d'Hipparque nous est peu connue, nous en savons davantage sur son oeuvre puisque ses ouvrages sont évoqués entre autres par Ptolémée, Plin l'Ancien, Théon d'Alexandrie et par Hipparque lui-même. Aux dires de ses contemporains, cette oeuvre est riche et variée ; on peut en juger à l'énoncé des titres -une quinzaine- qui nous sont parvenus :

- Contre la Géographie d'Eratosthène,
- Sur les dimensions et les distances du Soleil et de la Lune,
- Sur les parallaxes,
- Sur les corps entraînés par leur poids,
- Sur le déplacement des points équinoxiaux et solsticiaux,
- Sur la longueur de l'année,
- Sur les mois et les jours intercalaires,
- Catalogue des étoiles fixes,
- Sur les cordes dans un cercle,
- Sur les levers simultanés,
- Sur les ascensions des douze signes,
- Sur le mouvement de la Lune en latitude,
- Catalogue des oeuvres séparées,
- Commentaire aux Phénomènes d'Eudoxe et d'Aratos.

Hipparque s'est donc intéressé à la géographie mais, semble-t-il, sans avoir joué un rôle important dans ce domaine puisque, d'après le commentaire que fait Strabon de son oeuvre il accepte l'enseignement d'Eratosthène lui-même. On sait par exemple qu'il adopte la division du monde habité en zones de latitudes géographiques, appelées "climats", définies chacune par la durée du jour le plus long de l'année.

L'intérêt que portait Hipparque à ce domaine fondamental de la physique qu'est l'étude de la pesanteur nous est attesté par la mention que fait Simplicius, au sixième siècle, de son ouvrage sur ce sujet.

C'est Théon d'Alexandrie qui, dans son commentaire à l'Almageste, nous apprend qu'Hipparque avait dressé une table de cordes, outil mathématique indispensable à la résolution des problèmes de trigonométrie sphérique que pose l'astronomie de position. Rappelons que la corde d'un arc est

la seule ligne trigonométrique que connaissent les Grecs ; elle est équivalente au sinus de l'arc moitié. S'il n'est pas permis d'attribuer avec certitude l'invention de la trigonométrie à Hipparque, l'élaboration d'une table de cordes montre néanmoins le souci qu'il avait de se créer les instruments nécessaires à une approche rigoureuse des phénomènes astronomiques, domaine dans lequel Hipparque est le plus fécond et où son apport est fondamental.

On le voit ainsi se pencher sur le mouvement des planètes que sont alors le Soleil et la Lune, ou sur les problèmes que posent les perfectionnements du calendrier. Mais à nos yeux, c'est dans le domaine de l'astronomie stellaire qu'Hipparque s'illustre, et de la façon la plus durable, avant tout par la découverte de la précession des équinoxes, que Ptolémée lui attribue, ainsi que par l'élaboration du premier catalogue d'étoiles, celui qui suscitait l'admiration d'auteurs comme Plin l'Ancien.

Il n'est pas possible d'établir une chronologie, même approximative, de ses oeuvres sans se livrer à ces conjectures qui abondent dans la littérature et sont trop souvent, dans l'état actuel de nos connaissances, dénuées de tout fondement. En effet, de cet oeuvre abondant, il ne reste qu'un ouvrage, le *"Commentaire aux Phénomènes d'Eudoxe et d'Aratos"*, où certains ne voient qu'une oeuvre de vulgarisation, voire de jeunesse, alors que cet ouvrage est précédé, au moins, par la rédaction du traité *"sur les Levers simultanés"* qu'Hipparque est amené à citer et dont il va exploiter le contenu.

En 1925, Vogt a fait une analyse des données que contient le Commentaire dans le but de montrer que le catalogue de Ptolémée n'était pas issu de l'oeuvre d'Hipparque, contrairement à l'opinion admise depuis Delambre et qui était défendue au début de ce siècle par Peters et Knobel dans un article qui fait encore référence. Dans son travail Vogt se fondait sur l'édition du Commentaire parue en 1894 et due à K. Manitius, qui est encore à ce jour la seule édition moderne et de qualité de ce texte. Etant donné le point de vue quelque peu partisan de cette analyse, il nous a paru indispensable d'apporter un nouveau regard sur le contenu du Commentaire, d'autant que paraissait, en 1976, un mémoire de Maîtrise proposant une traduction française du traité d'Hipparque. Ce mémoire, facilitant l'accès à la traduction en allemand de Manitius a été le point de départ de nos recherches.

III. - LE "COMMENTAIRE" D'HIPPARQUE

L'ouvrage se compose de trois parties. La première est consacrée à une critique acerbe des "Phénomènes" publiés par Eudoxe au quatrième siècle avant

notre ère et mis en vers ultérieurement par Aratos. Il faut rappeler à ce propos que les Grecs appellent phénomène tout ce qui est observable dans le ciel, que ce soit la configuration des astres ou les événements particuliers qu'ils peuvent présenter au regard d'un observateur attentif, comme le lever, le coucher ou la culmination. Dans la deuxième partie de l'ouvrage, Hipparque est ainsi amené à décrire chacune des 42 constellations connues des Grecs, en fournissant de nombreuses indications relatives à leur lever et à leur coucher. Enfin dans la troisième partie il jalonne le ciel à l'aide d'étoiles repères qui marquent les 24 cercles horaires, donnant aux navigateurs la possibilité de connaître l'heure la nuit.

Seule la deuxième partie contient un grand nombre de données numériques et, pour cette raison, elle a focalisé notre attention. Voici à titre d'exemple comment Hipparque décrit le lever du Sagittaire tel qu'il se présentait de son temps à un observateur situé à la latitude de 36° :

"Quand le Sagittaire se lève, se lève avec lui l'arc du Zodiaque allant du milieu du 6ème degré du Sagittaire au milieu du 19ème degré du Capricorne. Culmine au méridien l'arc allant du milieu du 20ème degré de la Vierge au milieu du 9ème degré du Scorpion. La première étoile à se lever est celle sur la pointe <de la Flèche> et la dernière l'étoile brillante dans ses pattes postérieures.

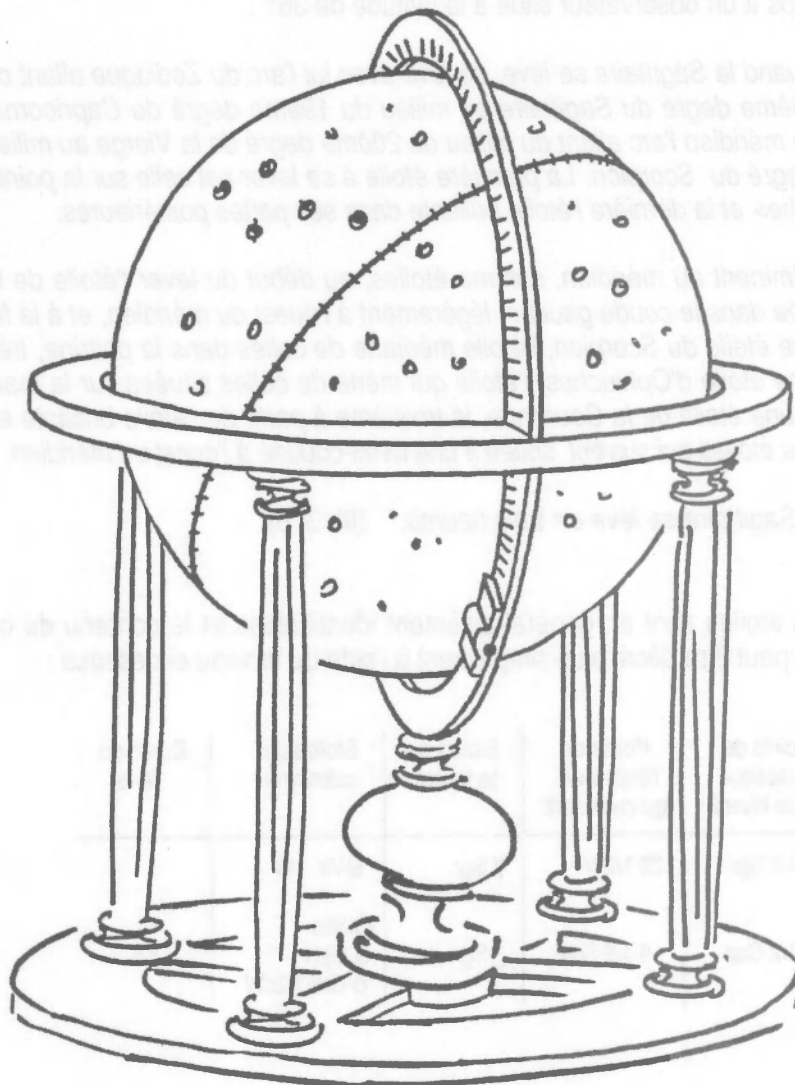
Culminent au méridien, comme étoiles, au début du lever l'étoile de la Vierge située dans le coude gauche, légèrement à l'ouest du méridien, et à la fin du lever une étoile du Scorpion, l'étoile médiane de celles dans la poitrine, très brillante, une étoile d'Ophiuchus, l'étoile qui mène de celles situées sur la main gauche, et une étoile de la Couronne, la troisième à partir de l'étoile brillante en direction des étoiles qui suivent située à une demi-coudée à l'ouest du méridien.

Le Sagittaire se lève en trois heures." (III, 3, 6)

Les étoiles sont en général aisément identifiables et le contenu de ce paragraphe peut être décrit plus simplement à l'aide du tableau ci-dessous :

	Points de l'écliptique qui se lèvent	Points de l'écliptique qui culminent	Etoiles qui se lèvent	Etoiles qui culminent	Durée du lever
Début	6 1/2 Sgr	20 1/2 Vir	γ Sgr	θ Vir 1W	
Fin	19 1/2 Cap	9 1/2 Sco	ϵ Sgr	α Sco δ Oph δ CrB 1/2cW	3 h

Hipparque fait ainsi état de la simultanéité de phénomènes concernant des points du Zodiaque, notre écliptique, et des étoiles. A titre d'exemple, le point de l'écliptique qu'Hipparque appelle milieu du 6ème degré du Sagittaire, c'est-à-dire celui de longitude $\lambda = 245^{\circ},5$, se lève-t-il en même temps que l'étoile que nous désignons maintenant par γ Sgr ? Il est clair que ce n'est pas par l'observation qu'Hipparque pouvait constater ce type de simultanéités et nous avons tenté d'exploiter l'hypothèse, déjà proposée par d'autres auteurs, selon laquelle il avait pu s'aider d'un globe céleste pour y parvenir. Ptolémée ne nous apprend-il pas par ailleurs qu'un globe céleste ayant appartenu à Hipparque était encore conservé à Alexandrie à son époque.



Vue artistique d'une sphère mobile

Dans le cadre de cette hypothèse, nous avons d'abord analysé l'ensemble des données numériques relatives à l'écliptique, comme celles qui figurent dans les deux premières colonnes du tableau précédent.

A partir de la longitude du point de l'écliptique qui se trouve à l'horizon, il est aisé de calculer la longitude de celui qui est au méridien pour la comparer à celle que donne Hipparque. On fait apparaître ainsi des écarts $\Delta\lambda$, évidemment fonctions des valeurs choisies pour la latitude $\varnothing$ du lieu et pour l'obliquité ϵ de l'écliptique, les deux seuls paramètres qui à priori interviennent dans le calcul, et liés aussi au fait qu'Hipparque arrondit les longitudes au demi-degré le plus proche. Si l'on donne à ces deux paramètres les valeurs rondes qu'Hipparque indique dans son ouvrage, c'est-à-dire $\varnothing = 36^\circ$ et $\epsilon = 24^\circ$, on constate que la distribution des écarts $\Delta\lambda$ est bimodale. Par contre si l'on traite ces écarts par la méthode des moindres carrés pour en déduire la valeur de $\varnothing$ et de ϵ , cette bimodalité disparaît mais les valeurs obtenues sont loin d'être satisfaisantes ($36^\circ,6$ et $23^\circ,4$ respectivement). Cependant la bimodalité réapparaît quand on traite les écarts par une autre méthode tenant compte de l'arrondi des longitudes et qui consiste à rechercher les valeurs de $\varnothing$ et de ϵ en optimisant la cohérence de l'ensemble des 165 couples de longitudes écliptiques. Les résultats obtenus pour $\varnothing$ et pour ϵ ne sont guère plus acceptables ($36^\circ,5$ et $23^\circ,5$) et seules 124 données sont correctes. La permanence de cette bimodalité demandait une explication que nous avons trouvée dans l'existence d'une armille méridienne épaisse. Hipparque aurait lu les longitudes écliptiques au méridien indifféremment d'un côté ou de l'autre de cette armille d'une épaisseur angulaire d'un demi-degré environ. En tenant compte de cette nouvelle hypothèse, nous avons déterminé les défauts de construction que pouvait présenter le globe céleste d'Hipparque : défaut de centrage de la sphère par rapport aux armilles, défaut de perpendicularité de l'armille méridienne par rapport à l'horizon, etc... Les erreurs constatées sont minimales et le calcul conduit maintenant à des valeurs plus satisfaisantes :

$$\varnothing = 36^\circ 15'$$

$$\epsilon = 23^\circ 43'$$

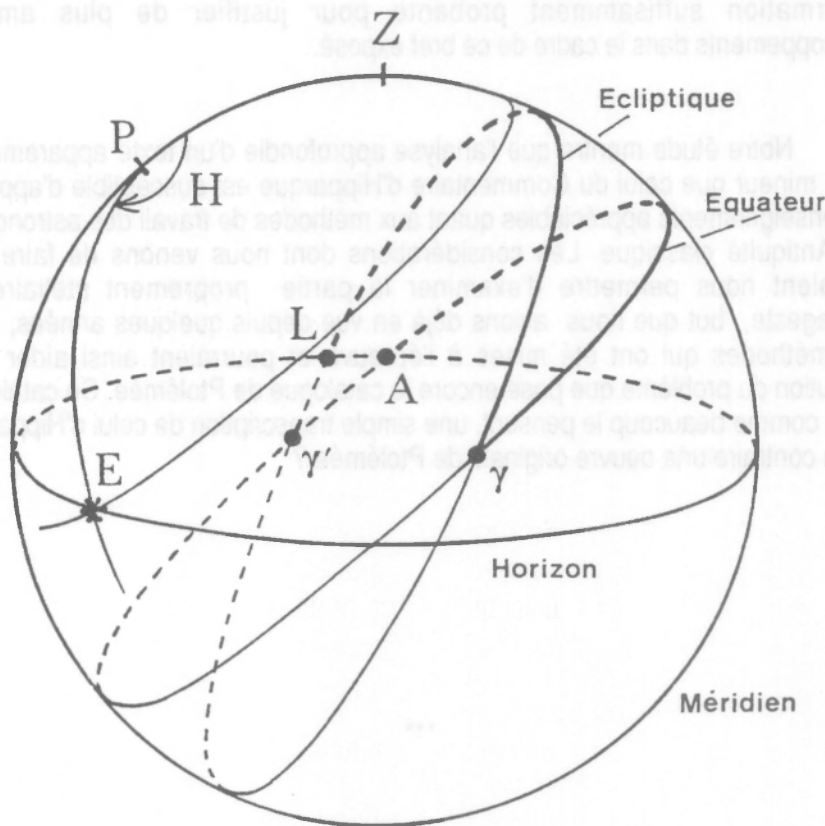
La latitude trouvée est celle pour laquelle l'instrument devait être réglé et elle est en bon accord avec la valeur qu'Hipparque prétend avoir utilisée pour décrire les phénomènes. L'obliquité de l'écliptique, quant à elle, correspond exactement à la valeur théorique que la mécanique céleste permet de calculer pour l'époque où vivait Hipparque qui l'aurait mesurée par l'observation et dont il aurait tenu compte dans le tracé de l'écliptique sur son globe céleste.

A la lumière de ces résultats on peut dès lors aborder l'étude des coordonnées stellaires en gardant présent à l'esprit que les étoiles sont

reportées sur un globe céleste. Quand Hipparque dit qu'une étoile se lève, cela signifie qu'elle se trouve en un point du demi-cercle oriental de l'horizon que l'on peut tracer sur le globe. Si dans un autre passage du texte Hipparque décrit le coucher de cette même étoile, cela signifie qu'elle se trouve en un point du demi-cercle occidental de l'horizon que l'on peut aussi tracer sur le globe ; mais ce dernier occupe maintenant une autre position et les deux demi-cercles se coupent en un point qui donne évidemment la position de l'étoile. Il en va de même si Hipparque décrit la culmination d'une étoile et son lever ou son coucher, ou les trois phénomènes. On peut ainsi déterminer les coordonnées de 78 étoiles citées dans le Commentaire à partir des renseignements de ce type fournis par Hipparque. Mais, du fait de l'imprécision qui affecte les longitudes et dont il a déjà été question, et du fait aussi que la lecture des longitudes ou la visée des étoiles au méridien ont pu être faites d'un côté ou de l'autre de l'armille, la position d'une étoile n'est pas limitée à un point du globe céleste mais doit être recherchée à l'intérieur d'un domaine souvent constitué de plusieurs polygones dont il est possible de déterminer les sommets. Il est clair que la variable aléatoire qu'est la position de l'étoile est de densité constante sur ce domaine. Si l'on rapporte tous ces domaines à un référentiel unique ayant pour origine la position théorique des étoiles, la sommation de toutes les densités de probabilité conduit à une distribution qui est très loin d'être gaussienne. C'est en nous posant le problème de savoir comment les étoiles étaient représentées sur le globe d'Hipparque que nous avons pu parvenir à rendre normale la distribution des étoiles par rapport à leur position théorique. L'incohérence des données associées à un petit nombre d'étoiles indique que celles-ci sont figurées non par des points mais par des surfaces de dimensions non nulles. L'hypothèse que nous avons adoptée, selon laquelle les étoiles pouvaient être représentées sur le globe céleste par des disques, trouve une confirmation dans les propos de Ptolémée lui-même qui recommande, dans l'Almageste, de figurer les étoiles par des taches dont le couleur dépend de la magnitude. L'introduction dans les calculs d'un nouveau paramètre, le rayon r des étoiles, et bien sûr celle de l'époque t à laquelle les étoiles ont été observées permet d'atteindre la normalisation de la distribution trouvée plus haut. Le meilleur accord, au sens du χ^2 , entre la distribution "expérimentale" et une distribution normale est obtenu pour la valeur $r = 0^\circ, 85$, valeur qui dépend très peu de l'époque t . Ce dernier paramètre a pu être déterminé avec précision par la méthode du maximum de vraisemblance tout en levant l'indétermination qui affectait la position des étoiles, et l'on trouve $t = -140$. Le rayon des étoiles est tout à fait comparable à celui qu'elles ont sur la plupart des globes anciens connus et l'époque est en très bon accord avec celle déduite par tous les auteurs qui se sont déjà penchés sur le Commentaire. Le calcul de ces deux paramètres a permis d'établir une distinction entre les coordonnées des 78 étoiles sur le globe céleste et celles qu'elles devaient avoir dans le catalogue sans doute utilisé par Hipparque pour les figurer sur ce globe.

Malgré la qualité des résultats obtenus, certaines particularités apparaissent à l'issue d'un examen détaillé et suggèrent que l'hypothèse du

globe céleste n'est pas la seule qui puisse être envisagée bien qu'elle reste des plus vraisemblable. Dans un passage du livre II du Commentaire déjà remarqué par Delambre, Hipparque semble indiquer la méthode de travail qu'il a suivie pour établir les simultanités énoncées dans le Commentaire, en partant des coordonnées équatoriales des étoiles. Son cheminement est le suivant : il place une étoile à l'horizon et en détermine l'angle horaire H puisqu'il connaît sa déclinaison $\delta_{\star}$. Il déduit ensuite l'ascension droite α' du point de l'équateur qui se trouve au méridien puisqu'il connaît celle de l'étoile. Puis il obtient la longitude λ' du point de l'écliptique qui culmine et celle λ du point de l'écliptique qui se lève, selon une méthode qu'il a, dit-il, établie rigoureusement dans les ouvrages généraux qu'il a composés sur ce sujet. A la lecture de ce passage, on peut imaginer qu'Hipparque a procédé par le calcul et les premières phases reviennent à utiliser les relations.



Sur la sphère céleste, l'étoile E , de coordonnées $\alpha_{\star}$, $\delta_{\star}$, se trouve à l'horizon au couchant. Du temps que E se couche, se lève le point A de l'équateur, dont l'ascension droite est $\alpha = \gamma A$, ainsi que le point L de l'écliptique, dont la longitude est $\lambda = \gamma L$.

$$\begin{aligned} \cos H &= -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta_{\star} \\ \alpha' &= \alpha_{\star} + H \end{aligned}$$

puis

Le calcul de H ne présente pas de difficultés même si l'on ne dispose que de tables de cordes, et l'on se rappelle qu'Hipparque en avait établies. On peut même imaginer qu'il a pu systématiser ses calculs en dressant une table donnant directement H en fonction de $\delta_{\star}$ pour les latitudes correspondant aux divers climats géographiques. Et c'est sûrement à l'aide de tables aussi qu'il achève son calcul pour passer de α' à λ' et finalement à λ . Hipparque aurait utilisé dans ce cas des tables donnant l'ascension droite et l'ascension oblique des points de l'écliptique semblables à celles figurant au livre II de l'Almageste. A ce jour, nous n'avons pu apporter à l'hypothèse d'un tel calcul, hypothèse tout aussi vraisemblable que celle de l'emploi par Hipparque d'un globe céleste, une confirmation suffisamment probante pour justifier de plus amples développements dans le cadre de ce bref exposé.

Notre étude montre que l'analyse approfondie d'un texte apparemment aussi mineur que celui du Commentaire d'Hipparque est susceptible d'apporter des enseignements appréciables quant aux méthodes de travail des astronomes de l'Antiquité classique. Les considérations dont nous venons de faire état devraient nous permettre d'examiner la partie proprement stellaire de l'Almageste, but que nous avons déjà en vue depuis quelques années, avec des méthodes qui ont été mises à l'épreuve et pourraient ainsi aider à la résolution du problème que pose encore le catalogue de Ptolémée. Ce catalogue est-il, comme beaucoup le pensent, une simple transcription de celui d'Hipparque ou au contraire une oeuvre originale de Ptolémée ?

BIBLIOGRAPHIE

Delambre J.B. : *"Histoire de l'Astronomie Ancienne"* - Paris, Veuve Courcier, 2 vol., 1817

Hipparque, Commentaire :

Karl Manitius, Hipparchi in Arati et Eudoxi Phaenomena commentariorum libri tres ad codicum fidem recensuit germanica interpretatione et commentariis instruxit Carolus Manitius, Leipzig, Teubner, 1894.

"Commentaire d'Hipparque aux Phénomènes d'Eudoxe et d'Aratos", mémoire de maîtrise présenté par J. Mazarguil et J. Cl. Patin en 1976 à l'Université de Toulouse - Le Mirail.

Jarrige A. : *"Hipparque, ou les étoiles de Rhodes"*, pièce en deux actes créée le 13 juin 1989 à Marseille

Nadal R. : *"Analyse des données astronomiques contenues dans le 'Commentaire' d'Hipparque"*, thèse de doctorat de l'Université Paul-Sabatier, Toulouse, 1990.

Nadal R. - Brunet J.P. : *"Restitution à partir d'un texte d'un instrument d'astronomie, la sphère mobile"*, Actes du colloque "Actualité de l'Antiquité" organisé à l'Université de Toulouse-Le Mirail par la revue Pallas en décembre 1985, Editions du CNRS, 1989, pp 151-159.

Peters Ch.H.Fr - Knobel E.B. : *"Ptolemy's Catalogue of stars. A revision of the Almagest"*, Carnegie Institution of Washington, Publication N° 86, 1915.

Ptolémée, Almageste :

Handbuch der Astronomie, deutsche Übersetzung und erläuternde Anmerkungen von K. Manitius, Vorwort und Berichtigungen von O. Neugebauer, Leipzig, Teubner, 2 vol. , 1963.

Ptolemy's Almagest translated and annotated by G.J. Toomer, Londres, Duckwoth, 1984.

Vogt H. : *"Versuch einer Wiederherstellung von Hipparchs Fixsternverzeichnis"*, Astronomische Nachrichten, 224, 1925, N° 5354-55, fasc. 2-3, col. 17-54.

BIOGRAPHIE

Jean-Pierre BRUNET, né en 1938, chargé de recherche au Laboratoire d'Astrophysique de Toulouse, a étudié les supergéantes du Grand Nuage de Magellan. Depuis 1976, il se consacre à l'archéoastronomie et à l'astronomie ancienne (Autolycos, Hipparque, Ptolémée).

Robert NADAL, né en 1941, est astronome-adjoint à l'Observatoire Midi-Pyrénées. Après avoir consacré de nombreuses années à l'étude des binaires spectroscopiques, il poursuit depuis 1976 avec J.P. Brunet des recherches en histoire de l'astronomie grecque ancienne.

*

Publ. Obs. Astron. Strasbourg
Ser. "Astron. & Sc. Humaines" N° 7

LES INCAS ETAIENT-ILS CAPABLES DE
PREVOIR LES ECLIPSES DE LUNE ?

ZIOLKOUSKI M. - LEBEDF A.
Institut d'Archeologie
Departement d'Anthropologie Historique
Varsovie (Pologne)

LES INCAS ETAIENT-ILS CAPABLES DE PREVOIR LES ECLIPSES DE LUNE ?

-- == --

ABSTRACT

According to the chronicles, from the central place in Cuzco, the Incas used to watch the sunset over the western horizon between four pillars built on the mountain Picchu. Some astronomical interpretations have been previously proposed. We present here a new hypothesis to show that the Incas probably were able to predict lunar eclipses. Our analysis is based not only on the discussion of the pillars of Cuzco but also on other archaeological sites and historical data. At last, we show how such a knowledge may have been used by the Inca in remote Vilcabamba in a very clever diplomatic game against both his own troops and the Spanish ambassador whose report has been so far rather puzzling.

L'astronomie occupait une place privilégiée dans l'administration de l'Empire Inca et dans sa doctrine religieuse. Une administration spéciale était attachée aux observations astronomiques et à l'interprétation des phénomènes célestes. Des décisions importantes liées aux réformes calendaires sont attribuées aux Empereurs Incas eux-mêmes¹. Mais bien que l'Empire Inca se soit appelé l'Empire du Soleil, la lune était un corps céleste bien plus important que ce qui est généralement admis. Le cycle lunaire coordonnait beaucoup d'activités sociales et par exemple, la pleine lune était supposée particulièrement propice

aux campagnes militaires - cela fut remarqué par les Espagnols et ils s'en servirent durant le siège de Cuzco en 1536, ce qui contribua à leur victoire sur l'armée de l'*Inca Manco* (Ziólkowski M., 1985, 159-161).²

Il est remarquable que les Incas, considérés plutôt comme des adorateurs du Soleil, craignaient en fait beaucoup plus les éclipses de lune que celles du soleil. Les éclipses de lune étaient généralement considérées comme une maladie de la lune et marquaient la phase initiale de l'effondrement de l'univers³.

Selon les chroniqueurs les Incas attribuaient cette faiblesse ou maladie de la lune à l'attaque de deux bêtes célestes, un lion et un serpent.

"Ils disaient que quand la lune commence à s'éclipser un lion ou un serpent l'attaquait pour la mettre en pièces et la déchirer - pour cette raison lorsque l'éclipse commençait ils se mettaient à crier et frappaient des chiens pour les faire aboyer et hurler. Des hommes en armes soufflaient dans des trompes, battaient du tambour et criaient furieusement, ils lançaient des flèches et des javelots en direction de la lune, menaçaient de leurs lances le lion et le serpent, qu'ils voulaient frapper - ils disaient que de cette manière ils faisaient peur au lion et au serpent, pour l'empêcher de détruire la lune. Quelques-uns de nos prêtres leur prédisaient les éclipses pour les libérer de ces absurdités. C'est ainsi que les Espagnols acquirent une réputation de grands sages. Ils ont pour nous une grande admiration, parce que nous sommes capables de prédire les éclipses avec une telle précision que nous les prévenons non seulement de la nuit dans laquelle elle arrivera mais même des moments du début et de la fin et de la partie de la lune qui sera éclipsee" ⁴.

Puisque des légendes similaires de deux animaux qui dévorent l'astre pendant l'éclipse sont connues universellement comme des représentations symboliques des noeuds de l'orbite lunaire, nous pouvons supposer que les Incas connaissaient l'existence des noeuds. Mais étaient-ils capables de prévoir les éclipses de lune et d'utiliser cette connaissance à des fins socio-politiques, comme c'était le cas dans d'autres civilisations comparables du point de vue du niveau de développement technologique ? Lorsque nous parlons de prédictions d'éclipses dans le Pérou précolombien, nous ne pensons pas bien sûr à un degré de précision comparable à celui connu dans le Vieux Monde à la même époque. Nous devons rappeler que les Incas ne disposaient pas d'un système de division du temps en heures ni d'aucun appareillage mathématique adéquat. C'est pourquoi lorsque nous proposons un système de prédiction d'éclipses, nous pensons à une méthode rudimentaire de détermination de la nuit en laquelle elle pourrait se passer, sans plus de précision sur l'heure ou la magnitude. Voyons les éléments qui pourraient nous informer dans ce sens à partir des systèmes

d'observations horizontales des Incas.

Il est bien connu que par l'observation des positions de la lune à ses levers proches des lunistiques il est possible de déduire la longitude écliptique des noeuds et prévoir ainsi les éclipses. Lorsque les archéoastronomes cherchent des orientations significatives dans les monuments, ils laissent le soleil courir du solstice d'hiver au solstice d'été pour s'en retourner bientôt en passant par les points d'équinoxes. Et que la lune reste chez elle sur ses positions de lunistiques majeurs et mineurs afin que le monde reste en ordre. En faisant cela, ils oublient seulement que ces positions ne marquent que les points de limites extrêmes et que les azimuths des solstices sont aussi des azimuths de lunistiques, ce sont simplement les lunistiques moyens que nous pouvons aussi qualifier de lunistiques centraux, parce que lorsque la lune en lunistique se lève dans les azimuths des solstices, cela correspond à des positions du noeud proches de 90 ou 270 degrés. Ces positions particulières offrent un avantage certain, puisqu'alors, l'effet de la perturbation de l'inclinaison de l'orbite lunaire n'affecte plus l'azimuth du lever. Ce phénomène s'annule sur les degrés 102 ou 258 pour être plus précis (*Lebeuf A.*, 1990, 56)⁵. Comment pouvons-nous soupçonner qu'une orientation reconnue comme solsticielle concerne en fait une observation lunaire ? Dans le cas des vestiges architecturaux des Incas, on peut rappeler quelques doutes et questions formulées par *D. Dearborn*, *R. White* et *K. Schreiber* (1987)⁶ à propos de la cave Intimachay parmi d'autres sites. A Intimachay, l'orientation précise sur le solstice d'hiver se présente ainsi : une grotte naturelle a été aménagée par la construction d'un mur qui en ferme l'entrée et dans lequel on a réservé une porte d'accès. Mais c'est dans le roc lui-même que l'on a percé une longue ouverture de plus de deux mètres : ouverture très étroite qui ne peut servir à éclairer l'intérieur de la grotte. Par cette ouverture, l'horizon n'est visible que sur deux degrés environ, de plus, une grosse pierre empêche d'observer directement l'astre à son lever. Aux alentours du solstice d'hiver, pendant une huitaine de jours, le rayon du soleil vient frapper la pierre qui est une protubérance du plafond. Les auteurs remarquent que selon cette orientation le soleil n'est que rarement visible, puisqu'au moment du solstice d'hiver, en pleine saison des pluies, le ciel est couvert. De plus, pourquoi aurait-on choisi d'observer le coucher plutôt que le lever, alors que l'on sait que le soir est plus couvert encore que le matin⁷.

Si l'on opte pour une observation de la lune au contraire, ces limitations saisonnières n'ont plus d'importance et même, si c'est une observation de la pleine lune que l'on recherche, cela tombe en pleine saison sèche, exactement avec les meilleures conditions de visibilité. Nous avons rencontré monsieur *White* à St. Andrews en Septembre 1990 et lui avons posé quelques questions sur la forme exacte de cette pierre qui masque l'ouverture. Il nous a répondu qu'en effet, comme nous le supposions, elle avait été polie d'un côté en une face

légèrement concave et que le rayon du soleil glissait sur cette face jusqu'à ce que les deux arêtes soient éclairées en même temps par la lumière du soleil au moment du solstice, il est clair qu'un tel système est d'une grande précision et permettrait de suivre l'évolution de l'azimut de la lune autour de cette période particulièrement intéressante du passage du noeud en lunistice central proche de 102 degrés, observations précises, puisque comme nous l'avons déjà signalé, elle est alors débarrassée des incertitudes dues aux effets de la perturbation de l'orbite sur la déclinaison et l'azimut de l'astre en lunistice.

Les mêmes problèmes et le même type d'appareillage se rencontrent encore avec le Torreón de Machu Picchu. Là de nouveau, l'orientation solsticielle est floue ; le soleil entre par une fenêtre un mois avant le solstice et son rayon vient frapper la face plate et polie d'une énorme pierre naturelle façonnée à l'intérieur du monument, jusqu'à ce que la lumière solaire soit parallèle à cette face plate au moment du solstice lui même. Ensuite pendant un mois l'impact glisse de nouveau vers l'extérieur. *Dearbon, White* et *Schreiber* dans leur description ne nous disent pas la date exacte à partir de laquelle le soleil entre et touche l'angle de cette pierre,⁸ si cela était vers la mi-mai, l'appareil aurait pu servir à définir la longitude écliptique du noeud de 90 à 270 degrés avec une précision croissante à mesure que l'angle d'impact se rétrécit. En fait tout azimut correspondant à des déclinaisons allant de 18,5° à 23,5° devrait être reconsidéré en termes d'observation lunaire pour la localisation du noeud sur l'écliptique. Nous pensons en particulier à l'orientation du Coricancha orienté sur le soleil du 26 mai (Zuidema 1982: 60)⁹ ce qui représente une position de lune en lunistiques pour une longitude du noeud sur 120°.

La plupart des auteurs qui ont interprété les orientations solsticielles en termes calendaires ont essayé de résoudre le problème de la non-précision de l'azimut en soutenant que l'on avait essayé de déterminer le moment du solstice en choisissant des dates légèrement écartées de part et d'autre, parce qu'en période solsticielle proprement dite, la faible amplitude du déplacement du soleil à l'horizon empêche la définition d'une date exacte. On aurait fait la moyenne. Mais cela ne peut être retenu parce que pour les Incas, comme pour tout le monde, la meilleure manière de faire ce calcul est de repousser les dates symétriques, jusqu'aux équinoxes, pourquoi s'en seraient-ils privé ?

Nous prétendons que lorsque nous assistons à un éventail de possibilités autour d'une orientation solsticielle, c'est que cette orientation servait en fait à observer la lune en lunistice dans cette période si sensible et si propice pour la définition du passage du noeud montant dans la zone autour de 102 degrés de longitude écliptique. Cela pourrait expliquer par exemple la raison pour laquelle au bout de l'allée d'accès à Stonehenge, orientée sur le solstice d'été, on trouve une quantité de poteaux de bois comme si l'on avait tâtonné pour chercher à

préciser un phénomène mobile, ce qui n'est certes pas le cas d'un lever solsticiel particulièrement stable et facile à définir à l'horizon, contrairement à sa définition temporelle.

Revenons aux Incas. Si comme nous le soupçonnons, les Incas étaient vraiment de fins observateurs de la lune et s'ils étaient intéressés par la définition de la longitude du noeud, ils ont dû s'intéresser à d'autres particularités du cycle lunaire. Essayons la même méthode de substitution de la lune au soleil avec les quatre piliers de la montagne Picchu de Cuzco, qui ont été étudiés par plusieurs savants.

Dans son article de 1982 "*Le calendrier lunaire sidéral des Incas*",¹⁰ Tom Zuidema nous dit que les piliers sur la crête du Picchu de Cuzco étaient placés pour marquer les points de coucher du soleil le 3 août, le 18 août et le 2 septembre. Si l'on choisit une origine équinoxiale le 21 mars au coucher du soleil, c'est-à-dire le 20 mars à 18H, les déclinaisons du soleil à ces dates sont $8^{\circ}8'$, $13^{\circ}18'$ et $17^{\circ}40'$. D'après Zuidema les piliers du Picchu encadraient le soleil à ces dates, ce que nous pouvons représenter comme ceci :

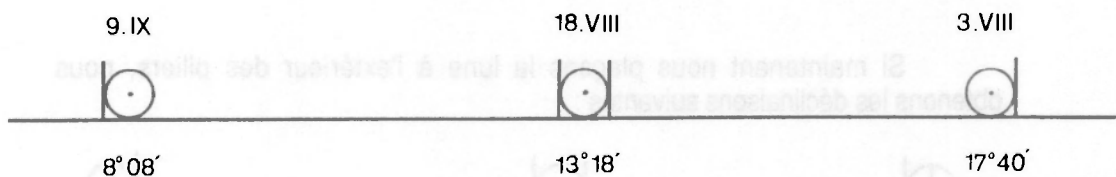


Figure 1

Tom Zuidema explique que cet arrangement servait à établir des dates aussi importantes que le début de la saison agricole, le passage du soleil au Nadir etc... (Zuidema, *op. cit.*: 69)¹¹, mais comme il le remarque lui-même, l'argument est faible parce que le 4 août, date importante pour les Incas, à laquelle l'Inca lui-même ouvrait le cycle agricole et qui est encore attestée aujourd'hui a une importance égale dans tout l'Empire des Andes, depuis le Sud de l'Equateur jusqu'au Nord du Chili.

Cela est exact et confirmé par d'autres auteurs et d'autres travaux parmi lesquels ceux de Ziolkowski sur le site d'Ingapirca (Equateur), et dans des régions avec des éco-systèmes très différents. A propos du passage au Nadir le 18 Août, Zuidema remarque que cela ne peut être qu'un "accident" de la latitude de Cuzco (Zuidema, *op. cit.*, 68)¹². Dans le même article, il mentionne aussi l'intérêt des observations de la lune à Cuzco au mois d'août jusque dans les

coûtures contemporaines et se demande comment la lune aurait pu servir à préciser le passage du soleil au Nadir qui n'est pas directement observable. Il souligne à ce propos la difficulté que pose le fait que l'orbite de la lune soit inclinée de 5 degrés sur l'écliptique : *"Le passage d'une pleine lune au zénith, dit-il, peut aller du 3 août au 2 septembre et du 11 avril au 8 mai. Le choix de ces dates dériverait son importance pratique des observations zénithales de la lune"* (Zuidema, 1981)¹³. Ces considérations judicieuses ne l'amènent pas toutefois à rejeter l'hypothèse. Dearborn et Schreiber (1986, 36)¹⁴ critiquent son explication : *"parce que, à cause de l'inclinaison de l'orbite de la lune sur l'écliptique, le passage de la pleine lune au zénith peut arriver lorsque le soleil est entre 8,5° et 18,5° de déclinaison et cela définit un large éventail de dates, contrairement à celle du passage du soleil sur un pilier."*

La solution de Zuidema est très ingénieuse et très compliquée mais ne nous a pas convaincus. Pourtant, sur la base des indications et des dates qu'il fournit nous pouvons proposer une autre explication de l'utilisation des piliers de Cuzco. Si l'on considère la différence en déclinaison du soleil entre le 18 août et le 2 septembre, le résultat n'est pas mauvais puisque $13^{\circ}18' - 8^{\circ}08' = 5^{\circ}10'$ ce qui n'est qu'à une demi-minute d'arc près de la valeur standard de l'inclinaison de l'orbite de la lune sur l'écliptique.

Si maintenant nous plaçons la lune à l'extérieur des piliers, nous obtenons les déclinaisons suivantes :

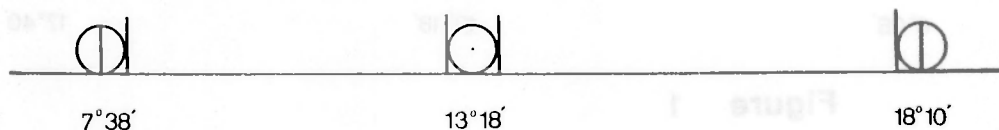


Figure 2

et nous remarquons qu'entre $18^{\circ}10'$ et $7^{\circ}38'$ on a $10^{\circ}32'$, ce qui est à 3 minutes d'arc près l'écart possible de la lune de part et d'autre de l'écliptique avec inclinaison maximum de l'orbite, ($5^{\circ}17'30'' \times 2 = 10^{\circ}35'$) ce qui est remarquable. Ce n'est pas tout pourtant, la déclinaison de la lune sur le pilier du 3 août est $18^{\circ}10'$, à une demi-minute d'arc de la valeur de la déclinaison du lunistice mineur lorsque l'inclinaison est maximum. De telle sorte que par l'observation de la lune en lunistice, l'oscillation de l'astre tous les 3/12 d'année draconitique de part et d'autre du pilier reflétera la périodicité de la perturbation de $18'$ d'arc de l'inclinaison de l'orbite.

Comment peut-on donc utiliser les quatre poteaux du Picchu de Cuzco pour déterminer la position du noeud de l'orbite lunaire ?

Lorsque le premier croissant de la nouvelle lune se couche à proximité du même poteau que le soleil, le même jour, le noeud occupe lui aussi une longitude éclipstique avoisinante :

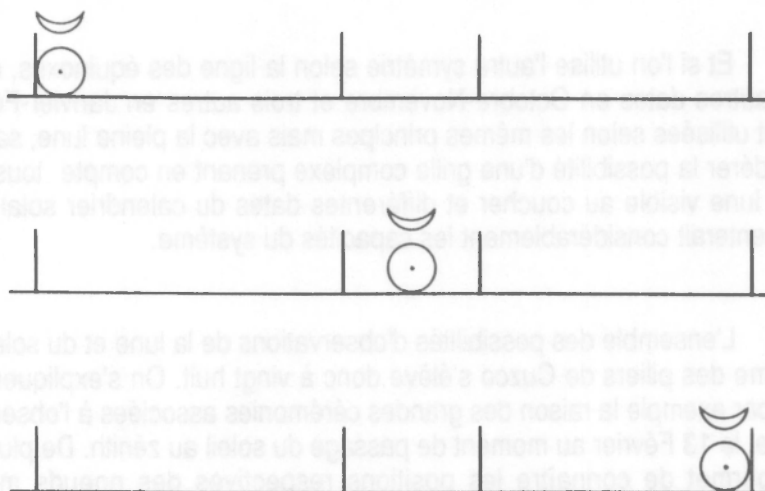


Figure 3

ce qui offre trois possibilités d'appréciation de la longitude du noeud.

Lorsque le soleil se couche sur un poteau et la nouvelle lune sur un des poteaux voisins, les noeuds sont en quadrature des positions de la lune et du soleil :

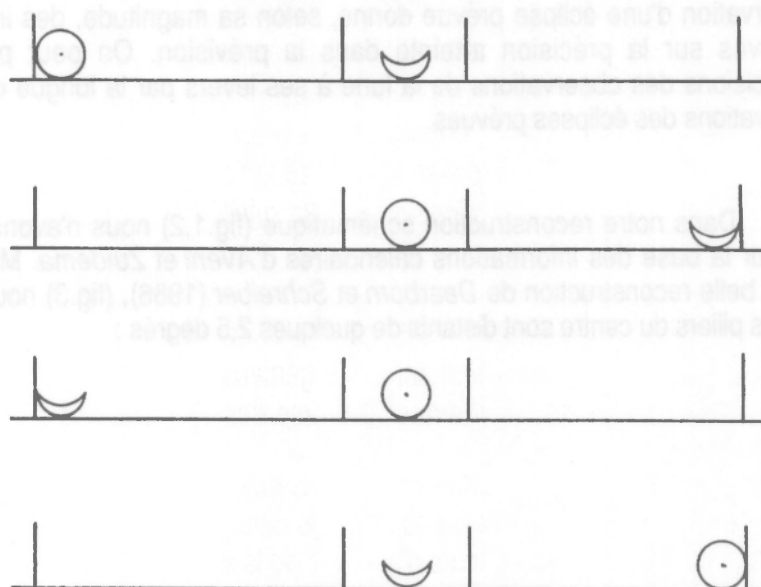


Figure 4

Ce qui offre quatre autres possibilités, c'est-à-dire sept en tout pour l'observation d'un premier croissant en Août-Septembre. Mais le système est évidemment réversible selon la ligne des solstices pour la période Avril-Mai, toujours en utilisant la nouvelle lune, ce qui nous mène à 14 possibilités.

Et si l'on utilise l'autre symétrie selon la ligne des équinoxes, on obtient trois autres dates en Octobre-Novembre et trois autres en Janvier-Février, qui seront utilisées selon les mêmes principes mais avec la pleine lune, sans même considérer la possibilité d'une grille complexe prenant en compte tous les âges de la lune visible au coucher et différentes dates du calendrier solaire, ce qui augmenterait considérablement les capacités du système.

L'ensemble des possibilités d'observations de la lune et du soleil dans le système des piliers de Cuzco s'élève donc à vingt huit. On s'expliquerait mieux ainsi par exemple la raison des grandes cérémonies associées à l'observation de la lune, le 13 Février au moment de passage du soleil au zénith. De plus, le pilier Sud permet de connaître les positions respectives des noeuds montant et descendant puisque lorsque la lune en lunistice atteint le pilier Sud, le lunistice est mineur, le noeud montant se trouve à 180° de longitude écliptique, et le noeud descendant est proche du point Vernal nécessairement. Ce même pilier, nous l'avons vu, indique aussi la valeur de l'inclinaison minimum ou maximum de l'orbite de la lune.

Un système aussi rudimentaire ne permet de localiser qu'assez approximativement la longitude écliptique du noeud, mais une longue série d'observations peut aboutir à un réglage plus minutieux, en particulier parce que l'observation d'une éclipse prévue donne, selon sa magnitude, des indications décisives sur la précision atteinte dans la prévision. On peut palier aux imprécisions des observations de la lune à ses levers par la longue durée des observations des éclipses prévues.

Dans notre reconstruction schématique (fig.1,2) nous n'avons travaillé que sur la base des informations calendaires d'*Aveni* et *Zuidema*. Mais si l'on suit la belle reconstruction de *Dearborn* et *Schreiber* (1986), (fig.3) nous voyons que les piliers du centre sont distants de quelques 2,5 degrés :

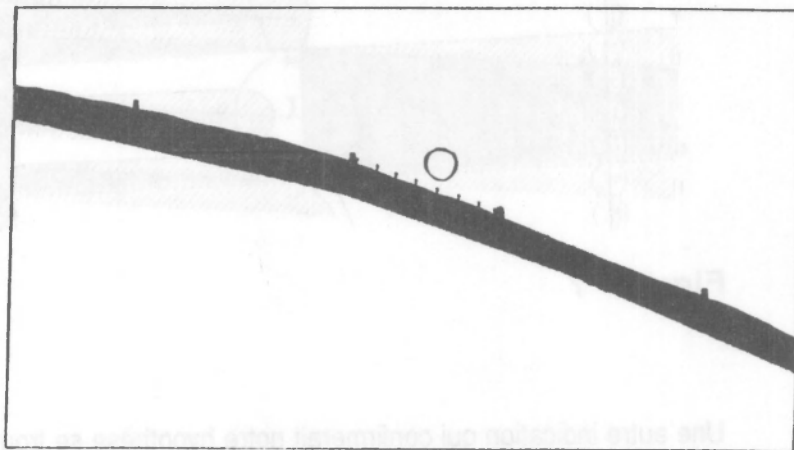


Figure 5

The size of the pillars on the hill Firchu are not known, but this shows to scale the Sun setting beyond pillars four meters tall (as viewed from the plaza). It took the Sun approximately 8 days to move between the inner pillars (the *Auaca Suemsa*). The last gleam of the Sun would

occur between the pillars for seven days, and the full disk pass between them for 5 or 6 days. These sunsets defined a range of time when it was proper to begin planting around Cuzco.

Pourquoi les Incas auraient-ils ménagé une telle distance entre les piliers du centre si le problème à résoudre était simplement comme le suggère T. Zuidema (1981)¹⁵, d'encadrer le soleil à la date de l'anti-zénith (Nadir), alors que le diamètre du disque du soleil n'est que d'un demi-degré seulement. Il faut considérer une autre possibilité présentée dans la figure suivante :

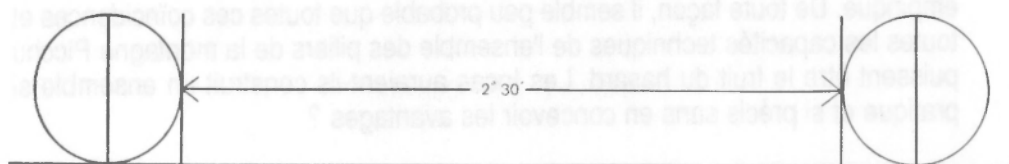


Figure 6

Lorsque le bord du disque lunaire touche l'extérieur des piliers, la distance entre les centres approche trois degrés, ce qui est très proche du déplacement en azimuth entre un coucher de lune et le suivant, lorsque la lune passe dans cette région éclipique. Ainsi, lorsque la lune atteint l'un des piliers au moment de son coucher, le coucher suivant se fera à proximité de l'autre des piliers. Si cela se passe dans la période de l'opposition, à proximité de la date du passage du soleil au zénith (13 Février ou 30 Octobre), l'observateur sera assuré que la lune s'éclipse au moins partiellement, parce que 2,5 degrés correspondent à la distance angulaire de l'ombre de la terre.

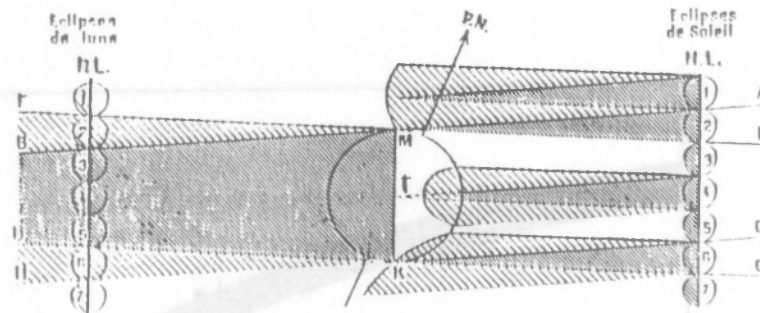


Figure 7

Une autre indication qui confirmerait notre hypothèse se trouve dans la situation et l'élévation de l'horizon du Picchu. Lorsque l'on regarde cette montagne de la plaza Haucaypata à Cuzco, la crête est à environ 7 degrés au-dessus de l'horizon mathématique (Aveni, 1981). Si à l'approche de la pleine lune, la lune s'approche ou touche à l'un des poteaux du centre, une éclipse est prévisible pour les prochaines vingt quatre à trente six heures. Si le soir même, la lune se lève au moment du coucher du Soleil ou peu après, l'éclipse aura lieu dans la nuit parce qu'elle passera nécessairement par l'opposition avant le moment du coucher, puisqu'il ne lui reste que sept degrés à parcourir ou moins et qu'elle ne progresse que de treize degrés en vingt quatre heures.

Evidemment nous ne prétendons pas que les Incas possédaient un modèle théorique pour expliquer cela comme nous l'avons présenté ci-dessus, mais ce n'est guère nécessaire, tout peut être reconnu de manière purement empirique. De toute façon, il semble peu probable que toutes ces coïncidences et toutes les capacités techniques de l'ensemble des piliers de la montagne Picchu puissent être le fruit du hasard. Les Incas auraient-ils construit un ensemble si pratique et si précis sans en concevoir les avantages ?

Lorsque Tom Zuidema (1982, 68)¹⁶ nous dit que la date du 18 Août est un accident de la latitude de Cuzco, on peut se demander tout au contraire si l'établissement et l'emplacement de la capitale des Incas n'a pas été choisi délibérément pour coïncider avec le centre d'un système cosmologique pratique, en usage chez eux, comme quelques mythes le suggèrent¹⁷.

Nous savons bien que T. Zuidema a par la suite changé d'avis et repoussé tout le système plus loin en Septembre, mais nous avons préféré nous en tenir aux résultats du travail de terrain effectué en compagnie de l'astronome A. Aveni¹⁸. En tout cas on apprécie, bien qu'il les ait rétractées par

la suite, l'excellence et la merveilleuse précision de ses premières affirmations.

Si donc les Incas étaient vraiment capables de prévoir les éclipses, la citation de *B. Cobo* peut être lue et comprise tout autrement à présent: "*No solo de la noche en que suceden, sino hasta de la hora, en que han de comenzar, la cantidad de la luna que se oscurecera y el tiempo que durará*" (*Cobo*, 1964, IIp, L. II, cap. VI: 159-159)¹⁹. Les Incas n'étaient pas tant impressionnés par la faculté de prévoir les éclipses que par la précision avec laquelle les Espagnols y parvenaient.

Au cas où notre proposition d'une connaissance de la prédiction des éclipses par les Incas est acceptable, cela devait être une affaire d'état très secrète, il n'est donc pas étonnant que les Incas n'en aient pas fait part à leurs ennemis.

Notre hypothèse jette une lumière nouvelle sur un rapport de *Diego Rodriguez de Figueroa* (1565). Ce missionnaire fut envoyé comme ambassadeur des autorités espagnoles de Cuzco pour négocier avec *Titu Cusi Yupanki*, le chef Inca du bastion de Vilcabamba. A cette époque, la situation politique était arrivée à un point de rupture. D'un côté, les Espagnols, qui contrôlaient la presque totalité de l'ancien Empire Inca, ne supportaient plus les raids et les razzias continuels venant de Vilcabamba - de fortes pressions poussaient les autorités de Cuzco à organiser une campagne militaire pour venir à bout de l'état de Vilcabamba. De l'autre côté, le chef de Vilcabamba était tenu par les règles du système politique et religieux Inca, de légitimer son pouvoir par une victoire sur l'ennemi²⁰. Et les troupes d'*Inca Titu Cusi* le pressaient de prendre les armes²¹ mais l'Inca avait de bonnes raisons et assez d'expérience pour être plus prudent. Il se rappelait trop bien la destinée tragique de son père qui, bien que possédant de plus grandes forces armées, n'avait pas réussi à vaincre les Espagnols alors nettement moins puissants²².

De toute façon, la mission du négociateur espagnol était loin d'être aisée, la situation de l'*Inca Titu Cusi* ne l'était pas non plus.

Résumons le rapport de *Diego Rodriguez de Figueroa* : il partit de Cuzco le 8 Avril 1565, mais fut retardé de beaucoup dans son voyage par l'*Inca* qui le fit arrêter et retenir à la frontière quelques deux semaines pour soudainement le convoquer à une date précise²³. Ils se rencontrèrent le 14 mai²⁴ dans le village de Bambacona à l'intérieur de l'état Inca indépendant. La rencontre fut poliment diplomatique mais accompagnée d'une très impressionnante parade militaire et

d'une démonstration de forces. Un soldat osa même menacer ouvertement l'ambassadeur. L'*Inca* le rappela personnellement à l'ordre.

Le Père *Rodriguez* passa la nuit dans un logis à l'écart du village, accompagné d'une bonne garde personnelle qui lui fut offerte non pour le surveiller mais bien plutôt pour le protéger²⁵. Pendant la nuit, il entendit les clameurs des troupes armées et le son des flûtes et tambours²⁶. Le lendemain matin, les négociations commencèrent et après une série d'imbroglies et une succession d'attitudes contradictoires, tantôt conciliantes, tantôt agressives, de la part de l'*Inca*²⁷, les deux parties arrivèrent à un traité de paix.

L'analyse du rapport méticuleux de l'ambassadeur espagnol soulève quelques questions :

1) pourquoi *Titu Cusi* tenait-il tant à retarder l'ambassadeur et à le rencontrer à une date précise ?

2) comment s'arrangea-t-il pour calmer l'agressivité de ses troupes et de ses officiers sur le pied de guerre ?

Un coup d'oeil aux tables d'éclipses offre un élément important de réponses. Dans la nuit du 14 au 15 Mai une éclipse de lune prit place presque au zénith de Bambacona.

N°	Date	Magnit.	λ	φ	Durée
4280	1565.V.14	7,2	- 70°	- 21°	82 mn

Il faut rappeler ici que *Titu Cusi Yupanki* n'était pas seulement un chef politique et militaire, mais comme il le déclare lui-même, l'archiprêtre de la religion d'état²⁹. Il est possible que c'est dans cette deuxième fonction qu'il trouva une solution à ses problèmes diplomatiques et militaires. En sachant qu'une éclipse de lune aurait lieu dans la nuit du 14 au 15 Mai, il arrangea l'arrivée de l'émissaire espagnol à cette date conjointement avec la mobilisation générale de ses troupes.

Comme nous le savons, selon les croyances des Incas, la pleine lune était un moment très favorable aux actions militaires. Mais lorsque la pleine lune fut obscurcie par l'éclipse, *Titu Cusi* saisit sa chance pour convaincre son

armée que les dieux n'étaient pas favorables à un départ en guerre contre les Espagnols. Cela permit à l'*Inca* de négocier sans perdre son prestige ; n'était-il pas véritablement un grand prêtre dans le secret des dieux ? D'autre part, l'impressionnante parade militaire et l'état belliqueux des armées de l'*Inca* avaient préparé comme il faut l'émissaire espagnol à traiter la paix à un prix plutôt bas. *Inca Cusi Yupanki* resta maître de sa province libre où il finit ses jours dans son palais.

Inca Titu Cusi savait bien que lorsque les conditions ne sont pas favorables, si l'on ne veut pas perdre, le mieux reste encore de ne pas se battre.

--

NOTES

1. ZUIDEMA 1981,1982,1983, ZIOLKOWSKI 1985,1987,1988,1989.

2. ZIOLKOWSKI 1985: 159-161

3. "Al eclipse de la luna, viéndola ir negreciendo, decían que enfermaba la luna, y que si acababa de escurecerse, había de morir y caerse del cielo, y cogerlos a todos debajo y matarlos, y que se había de acabar el mundo; por este miedo en empezando a eclipsarse la luna, tocaban trompetas, caracoles, atambales y atambores, y cuantos instrumentos podían haber que hiciesen ruido; ataban los perros grandes y chicos, dábanles muchos palos para que ahullasen y llamasen la luna, que por cierta fabula que ellos contaban, decían que la luna era aficionada a los perros, por cierto servicio que le habían hecho/.../. Mandaban a los muchachos y niños que llorasen y diesen grandes voces y gritos, llamándola Mama Quilla, que es madre luna, rogándola que no se muriese porque no pereziesen todos. Los hombres y las mujeres hacían lo mismo. Había un ruido y una confusión tan grande que no se puede encarecer. Conforme al eclipse grande o pequeño, juzgaban que había sido la enfermedad de la luna. Pero si llegaba a ser total, ya no había que

juzgar sino que estaba muerta, por momentos temían el caer la luna y el perder de ellos. Entonces era más de veras el llorar y plañir, como gente que veía al ojo la muerte de todos y acabarse el mundo ".(Garcilaso de la Vega, Ip, L.II, Chap. XXIII:74 et ss)

4. Notre traduction libre de B.Cobo: "*Acerca del eclipse de la luna tenían tantas boberías como del sol: decían, cuando se eclipsaba, que un león o serpiente la embestia para despedazarla; y por esto, cuando comenzaba eclipsarse, daban grandes voces y gritos y azotaban los perros para que ladrasen y aullasen. Poníanse los varones a punto de guerra, tanendo sus bocinas, tocando atambores y dando grandes alaridos, tiraban flechas y varas hacia la luna y hacían grandes ademanes con lanzas, como si hubiesen de herir al león y sierpe; porque decían que desta manera los asumitaban y ponían espanto para que no despedazasen la luna.*

Lo cual hacían, porque tenían aprehendido que si el león y sierpe hiciese su efecto, quedarían en oscuridad y tinieblas... Suelen algunos de sus curas, para apartallos deste su desvarío prevenirles los eclipses /.../. Con el cual también han cobrado para con ellos muy grande opinión de sabios los espanoles, porque es notable la admiración que les causa ver que podemos nosotros alcanzar a saber los eclipses antes que vengan, con tanta puntualidad que antes les avisamos no sólo de la noche en que suceden, sino hasta de la hora en que han de comenzar, la cantidad de la luna que se escurecerá y el tiempo que durarán. Y la verdad, no comprendiendo ellos las causas de un efecto tan admirable, quedan como fuera de sí de ver que nosotros lo podamos saber antes que suceda".(Cobo, IIp.,L.II, Cap.VI:158-159).

5. LEBEUF, 1990:56).

6. DEARBORN, WHITE, SCHREIBER, 1987

7. On suppose que le climat n'a pas radicalement changé depuis le seizième siècle.

8. DEARBORN et SCHREIBER 1986: 24

9. ZUIDEMA 1982 :24

10. ZUIDEMA 1982: 69

11. ZUIDEMA 1982: 69

12. ZUIDEMA 1982: 68

13. ZUIDEMA 1981

14. DEARBORN et SCHREIBER 1986: 36

15. ZUIDEMA 1981

16. ZUIDEMA 1982: 68

17. On peut rappeler par exemple la légende selon laquelle, une barre d'or qui avait été offerte au premier Inca par une divinité (solaire ?), se serait, après plusieurs tentatives infructueuses, plantée verticalement dans le sol et disparut, à la place même où l'on devait établir la capitale. (Sarmiento de Gamboa; Cobo, II p., L.XII, Cap.III: 62)

18. Nous sommes bien concients des incohérences que l'on peut relever entre les articles de A. Aveni (1981) et T. Zuidema (1981) publiés séparément à l'issue de leur travail de terrain commun.

Pour les nouvelles propositions de Zuidema à propos des dates associées aux piliers, voir Zuidema 1986.

19. B. COBO II p., L.II, Cap.VI: 159-159.

20. L'Inca était élu parmi les membres de l'aristocratie, mais seule une victoire militaire était considérée comme la preuve de sa légitimité et de l'agrément des Dieux. (Ziolkowski 1983, 1988).

21. Inca Titu Cusi déclara à l'ambassadeur espagnol que ses soldats attaquaient souvent les établissements des colons et détruisaient leurs églises sans son agrément. (Rodriguez de Figueroa: 108-109)

L'émissaire espagnol eut plusieurs fois l'occasion de vérifier personnellement l'agressivité générale des troupes incas.

22. Pendant la tentative de reconquête par l'Inca Manco en 1536-1539

23. Après la convocation et sur son chemin dans l'état Inca indépendant Titu Cusi lui envoya un second messenger pour le presser d'arriver: "*E luego otro día, que fueron honce de mayo, recibí otra carta del ynga /.../ que yo fuese á otro pueblo más adelante, que se llama Banbacona, para que más presto nos viesemos, y que él sería de ay á dos días*". (Rodriguez de Figueroa :97).

24. L'émissaire espagnol datait son journal soigneusement. La seule incohérence apparaît lorsqu'il note deux jours de suite le 14 Mai:

"*A catorze de mayo los yndios de Bambacona tenían hecho una cassa grande en un fuerte alto /.../. Y así me dixerón esperase allí, que de allí vería la entrada del ynga /.../. E luego empecó á entrar la jente con el ynga en la placa*". (Rodriguez de Figueroa :98) et encore ailleurs "*A catorze de mayo luego por la mañana me enbió á llamar el ynga a su cassa...*" (ibid.:103).

Mais la première mention du 14 vient immédiatement après celle du 13 de la veille "*A treze de mayo yo enbí al camino...*" (ibid.:98) ainsi l'erreur de datation

ne serait que le signe de l'émotion de l'espagnol lors de sa rencontre avec l'Inca.

25. Les possibilités de s'échapper du territoire inca ne peuvent être considérées sérieusement. Les jours suivants la garde n'est plus mentionnée.

26. Le chroniqueur étant enfermé dans son logis s'explique cette agitation par le changement de gardes, mais cela ne dit pas pourquoi tout ce brouhaha et ces clameurs n'eurent lieu que cette nuit là. Nous devrions plutôt nous souvenir du texte de B. Cobo: "*Poníanse les varones a punto de guerra, tañendo sus bocinas, tocando atambores y dando grandes alaridos, tiraban flechas y varas hacia la luna y hacían grandes ademanos con lanzas, como si hubiesen de herir al león y sierpe...*".

27. A l'arrivée de trois messagers de Cuzco, qui annonçaient l'imminente attaque des espagnols, l'Inca perdit momentanément son calme et ses manières diplomatiques et menaça le père Rodriguez (Rodriguez de Figueroa: 107)

28. voir note 23.

29. "e que así él era sumo sacerdote en lo que llamamos nosotros acá espiritual; /.../ e así mesmo eredaua el señorío temporal..." (Rodriguez de Figueroa : 110)

--

Bibliographie

AVENI Antony F. : 1981, "*Horizon Astronomy in Incaic Cuzco*". In. *Archeoastronomy in the Americas*, R. Williamson (ed), pp. 305-318, Santa Barbara: Ballena Press & Center for Archeoastronomy.

COBO Bernabe : 1964, "*Historia del Nuevo Mundo*," t.II. Madrid: Biblioteca de Autores Espanoles, t. 92.

DEARBORN David S. P. Katharina J. SCHREIBER : 1986, "*Here Comes the Sun: The Cuzco-Machu Picchu Connection*" ;. *Archeoastronomy (JCA)* 9, pp.15-37.

DEARBORN David S. P. - Raymond E. WHITE : 1983, "*The "Torreón" at Machu Picchu as a Solar Observatory.*" ; *Archeoastronomy (JHA)*, 5, pp.S37-S49.

DEARBORN David S.P., Katharina J. SCHREIBER Raymond , E. WHITE : 1987, "*Intimachay, a December Solstice Observatory.*" ; *American Antiquity* 52, pp. 346-352.

GARCILASO DE LA VEGA (El Inca) : 1960I, "*Comentarios reales de los Incas. Primera Parte.*" ; Madrid: Biblioteca de Autores Espanoles, vol.133.

GARCILASO DE LA VEGA (El Inca) : 1962II "*Comentarios reales de los Incas. Segunda parte.*" ; Madrid: Biblioteca de Autores Espanoles, vol.134.

LEBEUF Arnold : 1989, "*L'observatoire astronomique de la Cathedrale Saint-Lizier de Couserans.*" ; *Astronomie et Sciences Humaines* 3, pp. 39-77.

LEBEUF Arnold : 1990 , "*Les yeux de Sainte Lucie.*" ;Paris:,Thèse de doctorat, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (manuscrit)

OPPOLZER Theodor : 1887, "*Canon der Finsternisse.*" ; Wien.

RODRIGUEZ DE FIGUEROA Diego : 1910, "*Relación del camino e viaje desde la ciuda (1565) del Cuzco a la tierra de guerra de Mango Inca*". In : Bericht des Diego Rodrigues de Figueroa uber seine Verhandlungen u.s.v. , R.Pietschmann. Götingen: Akademie des Wissenschaften.

SADOWSKI Robert M. : 1989,"*The sky above the Incas: an abridged astronomical calendar for the 16th century*". In: *Time and Calendar in the Inca Empire*" ; M. S. Ziolkowski and R. M. Sadowski, pp. 75-106, Oxford: BAR International Series 479.

SARMIENTO DE GAMBOA Pedro : 1965, "*Historia Indica*". In: Obras del Inca Garcilaso de la Vega, vol. IV, pp. 159-279, Madrid: Biblioteca de Autores Espanoles t.135.

ZIOLKOWSKI Mariusz S. : 1983, "*La piedra del cielo: algunos aspectos de la educación e iniciación religiosa de los príncipes incas.*" ; *Ethnologia Polona* 9, pp. 219-234. (reédité in: *Anthropologica PUCP* 2 (1984) pp. 45-65).

ZIOLKOVSKI Mariusz S. : 1985, "*Hanan pachap unanchan: las "senales del*

cielo" y su papel en la historia andina. " Revista Española de Antropología Americana 15 pp. 147-182.

ZIOLKOWSKI Mariusz S. : 1987, "*Las fiestas del calendario metropolitano inca.*", Primera parte. Ethnologia Polona 13, pp.183-217.

ZIOLKOWSKI Mariusz S. : 1988, "*Los cometas de Atawallpa: acerca del papel de las profecías en la política del Estado Inka.*" ; Anthropologica PUCP 6, pp. 85-109.

ZIOLKOWSKI Mariusz S. : 1989, "*El calendario metropolitano del Estado Inka.*" In : Time and calendars in the Inca Empire, M. S. Ziolkowski et R.M.Sadowski (eds), pp. 129-166. Oxford: BAR International Series 479.

ZIOLKOWSKI Mariusz S. : n.d., "*El Sapan Inka y el Sumo Sacerdote.*" ; In : El Culto estatal del Imperio Inca, M. S. Ziolkowski (ed), Varsovie : Université de Varsovie (sous presse)

ZIOLKOWSKI, Mariusz S. - SADOWSKI Robert M. : 1985, "*Informe de la segunda temporada de investigaciones arqueoastronómicas en Ingapirca (Ecuador)*" ; In : Memorias del Primer Simposio Europeo sobre Antropología del Ecuador, S. E. Moreno Yanez (ed), pp. 91-116. ; Quito : Instituto de Antropología Cultural de la Universidad de Bonn - Ediciones Abya-Yala.

ZIOLKOWSKI Mariusz - SADOWSKI Robert M. : 1989 "*La función astronómica del centro ceremonial- administrativo inca de Ingapirca (Ecuador)*" Exposé présenté à la conférence "Archeologia e Astronomia" Venise (Italie), mai 1989, à paraître dans les Actes.

ZIOLKOWSKI Mariusz - SADOWSKI Robert M. : 1989, "*Time and Calendars in the Inca Empire.*" ; Eds : ZIOLKOWSKI Mariusz - SADOWSKI Robert M. ; Oxford, BAR International Series 479.

ZUIDEMA R. Tom : 1981, "*The Inca Observations in Cuzco of the Solar and Lunar Passages Through the Zenith and Anti-zenith.*" ; In : Archeoastronomy in the Americas. R.Williamson (ed), pp 319-342. Santa Barbara : Ballena Press - Center for Archeoastronomy.

ZUIDEMA R. Tom : 1982a, "*The sideral lunar calendar of the Inca.*" In : Archeoastronomy in the New World" ; A.F. Aveni (ed), pp. 59-107, Cambridge University Press.

ZUIDEMA R. Tom : 1982b, "*Catachillay. The Role of the Pleiades and the Southern Cross and α, β Centauri in the Calendar of the Incas*". In : Ethnoastronomy and Archeoastronomy in the American Tropics. A.F. Aveni and G. Urton (eds), pp. 203-229. New York : Annals of the New York Academy

of Sciences, vol. 385.

ZUIDEMA R. Tom : 1988, "*The pillars of Cuzco.* " ; Exposé présenté au 46ème Congrès International des Américanistes, Amsterdam (à paraître).

Publ. Obs. Astron. Strasbourg
Ser. "Astron. & Sc. Humaines" N° 7

LE PROCHE ET LE LOINTAIN :
ELEMENTS D'ETHNOASTRONOMIE EMERILLON
(GUYANE FRANCAISE)

MOHIA N. - NAVET E.
Institut d'Ethnologie
Strasbourg (France)

LE PROCHE ET LE LOINTAIN : ELEMENTS D'ETHNOASTRONOMIE EMERILLON (GUYANE FRANCAISE)

*The few available ethnoastronomical data on the Emerillon Indians, a Tupi tribe of French Guiana, are here the subject of a questioning concerning **though** and its **content**. Thus we provide evidence of what is probably one of the most significant features of the so-called "primitive mind" : **to know is, fundamentally, to communicate through the imaginary**, whatever the degree of taking into account an external reality is ; the latter consideration is extremely variable.*

NOTE PRELIMINAIRE

Avec quelques 250 représentants, les Indiens Émérillon constituent la moins nombreuse des ethnies amérindiennes du département de la Guyane Française. Sur ce nombre, les quatre cinquièmes résident dans la région de Camopi (confluent des rivières Oyapock et Camopi) où ils ont pour voisins des Wayapi, eux aussi, de culture et de langue, des Tupi-Guarani.

Les rapports qui existent entre la culture émérillon et le cosmos s'expriment et peuvent être analysés à deux niveaux :

1. Celui d'une *perception* essentiellement visuelle des corps célestes, de leurs positions et de leurs mouvements relatifs ;

2. Celui de la *pensée* qui réélabore l'objet perçu dans le cadre de la culture et dans le sens, non d'une explication objective, mais d'une réalité psychique éminemment subjective.

Ainsi précisés, ces deux niveaux d'analyse nous placent inévitablement dans une perspective psychanalytique puisqu'ils relèvent respectivement de deux types de fonctionnement psychiques -conscients et inconscients- qui mettent en jeu, le *réel* d'une part, et l'*imaginaire* d'autre part. C'est ainsi que, nous allons le voir, chez les Emérillon, la lune est à la fois un corps céleste dont on perçoit les mouvements et qu'on peut mettre en correspondance avec certains phénomènes de la vie terrestre, et le frère incestueux dont nous parle un mythe très répandu dans les traditions mythiques amérindiennes.

L'ethnoastronomie telle qu'elle est pratiquée par E. Magaña s'intéresse surtout au premier niveau, celui du réel, et cette limite semble accréditée par cette position de F. Jasiewicz : "Notre problématique consiste à nous interroger sur ce que peut être et apporter l'astronomie de position au sein des sciences sociales et plus particulièrement à l'anthropologie" (Jasiewicz, 1990, p. 1). Il nous semble insuffisant et peut-être arbitraire de ne prendre en compte qu'une dimension, sans doute *plus* objective, dans une discipline, l'ethnoastronomie, où la rigueur de l'un des domaines impliqués -l'astronomie- semble devoir s'imposer sur le flou lié à l'autre terme, l'ethnologie.

Nous disposons, et c'est admettre la modestie de notre propos, de fort peu d'éléments relatifs au nombre et aux noms des astres, constellations et autres phénomènes cosmiques perçus et identifiés par les Emérillon. L'enquête effectuée par E. Magaña chez les Kalinã et les Wayana, autres ethnies amérindiennes des Guyanes, reste largement à faire pour les Emérillon. Nous avons toutefois relevé dans cette population les dénominations suivantes :

- **Tsiliki :**

étoile en général (du Wayana : *sirikö*) ;

- **Olekumã :**

probablement Vénus (*alukamã* ou *yaitatau* en wayãpi). Selon l'informateur, "l'étoile qui vient avant le jour", ou, "l'étoile du matin" (étym. d'une langue de Guyane) ;

- **Waitsikini (ou Watsikini)**

étymologie inconnue. Selon l'informateur, "l'étoile qui vient avant la nuit" (Véga de la Lyre ?) ;

- *Kwalai m̄ndepot* :

il s'agit de la Grande Ourse (étym. incomplète : *kwalat*, soleil) qui est six mois visible ("au-dessus de la Terre") et six mois invisible ("sous la Terre") selon l'informateur ;

- *Tapi'ilalape* :

"le chemin du Tapir", la Voie Lactée: Le Tapir aurait emprunté ce "chemin" mais l'aurait brisé sous son poids -c'est le plus gros animal connu d'Amazonie- et serait retombé à terre. Les Wayāpi, qui appellent cette nébuleuse *Tapi'ilape* disent qu'elle est "blanche comme les ruisseaux que trouble le Tapir lorsqu'il s'ébat" (F. Grenand, 1989, p. 417) ;

- *Tapi'ilaidjeta* : "mâchoire de tapir", une constellation non identifiée, sans doute celle que les Wayāpi appellent *Tapi'ilayiwitake* (étym. "l'ancienne mâchoire de tapir"). La tradition émérillon raconte qu'un anaconda gigantesque a avalé un tapir dont n'apparaît plus que la mâchoire (!).

La position des corps célestes et des constellations sert de référent spatial et temporel. Nous n'avons guère d'informations plus précises concernant ce système de repérage chez les Emérillon, mais ce que l'on sait des Wayāpi peut servir de base à une enquête ultérieure. Les Emérillon comme les Wayāpi distinguent deux grandes saisons ; la première, *Amā* en Wayāpi, *Aman* en Emérillon, "la pluie", se divise en trois périodes, et elle s'étend de décembre à juillet. La première période s'appelle *Ama alipi*, "le cou de la pluie" -de décembre à mars- et son début "est marqué par le chant de la grenouille *muluwa*, '*Leptodactylus* sp. nov.', ainsi que par le rapprochement des deux constellations *uluwu*, 'le vautour *Sarcoramphus papa*', et *wilau*, 'l'aigle harpie, *Thrasaetus harpyja*' (P. Grenand, 1980, p. 52).

La seconde saison, *Kwalat*, "le soleil" (en Wayāpi et en Emérillon), comprend quatre périodes pour les Wayāpi, et elle va d'août à novembre. Chaque période de cette saison "est marquée par le chant d'une nouvelle cigale, dont le nom générique est *kwakaiya*, 'maître du soleil' " (Ibid., p. 52). Nous avons ainsi, successivement, *kwalat pi*, "le pied du soleil" - "le soleil fait ses premiers pas" - ; *kwalat*, "le soleil", en septembre, c'est l'ensoleillement maximum ; *kwalat mite*, "le milieu du soleil", c'est-à-dire "le coeur de la saison sèche" (octobre) (Ibid., p. 54) ; *alem̄t*, qui correspond au mois de novembre.

En Wayāpi, les positions relatives du soleil servent aussi de référents spatiaux : *kwalalapeip̄t* (étym. : *kwalat* "soleil"/*la* "de"/*pe* "chemin"/*ip̄t* "premier" : "là où le soleil commence sa course") est l'Est, tandis que *kwalaiō'ao* (étym. : "soleil"/*o'a* "il tombe"/*oo* "il s'en va" : "là où le soleil disparaît") est l'Ouest (re. F. Grenand, 1989, p. 256)

Nous voyons ici clairement, malgré les lacunes de l'enquête, surtout en ce qui concerne les Emérillon, ce qu'une connaissance de l'astronomie de position peut apporter à la saisie de l'importance culturelle que ces peuples traditionnels accordent aux corps et aux phénomènes célestes dans leur vie quotidienne. Il s'agit de points de repère spatio-temporels, mis en relation avec d'autres phénomènes naturels dont la régularité est le modèle de celle des cycles végétatifs, écologiques en général, et des activités culturelles afférentes. Mais ces peuples, et les Emérillon en particulier, ne s'en tiennent pas là ; nous voyons très vite l'irruption du subjectif, du relatif, dans le système de croyances. Citons ici les propos de l'un de nos informateurs émérillon :

"Les étoiles sont les bouts incandescents des cigarettes que fument 'les gens d'en-haut', c'est pour cela qu'elles brillent. Lorsqu'ils les jettent, cela donne les étoiles filantes, tsiliki oō maē (étym. "les étoiles qui partent"). Il ne faut pas regarder les étoiles car 'elles vous aspirent l'âme pour que vous deveniez comme elles'. On peut dormir 'à la belle étoile', mais il n'est pas bon de contempler le ciel la nuit, car les étoiles veulent vous attirer. La lune, si on la regarde, ouvre une grande gueule et vous dévore. Alors, on tombe malade, on se met à rêver souvent, souvent, et l'on finit par aller la rejoindre, par mourir.

Les Français disent que la lune est une grande terre, mais nous, nous croyions que la lune était une petite figure qui pouvait s'adresser à nous et nous conseiller pour régler nos problèmes..." (Kundawalutsing, Joseph Chanel).

Cette personnification, que nous trouvons aussi chez nous dans le langage courant ⁽²⁾, est particulièrement mise en relief, chez les Wayāpi, dans la façon dont ils définissent les différentes phases de la lune : *yaĩēpi*, le premier quartier (étym. *yaĩ* "lune"/*ē*, de *wē* "se lever"/*pi* "premier") ; *yaikule*, le dernier quartier (étym. "lune"/"reste") ; *yaHowau*, la pleine lune (étym. "lune"/"de"/*owa* "visage"/*u* "gros") (re. ibid. p. 499).

La lune, le soleil, les autres corps et phénomènes cosmiques sont compris, chez les Emérillon en particulier, dans un processus de *création* dont l'agent premier est, dans cette culture, *Wilakala*, la divinité suprême. Le cycle mythique de la Création pose les bases *éthiques* d'un mode d'être et de penser, d'une philosophie, plus qu'il ne fonde un système d'*explication* de l'univers.

La Création du monde selon les Emérillon se présente dans ses multiples développements mythiques comme le passage progressif et contraint d'un état de perfection, au-delà du monde créé, à un état de dualité, de différenciation, d'oppositions qui caractérise la vie elle-même, tant du point de vue des Emérillon que de celui des biologistes et des scientifiques en général.

Que raconte donc, en substance, ce cycle mythique de la Création des Émérillon ? Włakala crée d'abord le "diable", Tembetsi, qui figure comme son négatif, puis d'autres esprits. Il crée ensuite des plantes et des animaux, les nuages, le ciel, les étoiles, puis l'être humain. Avec une chandelle allumée, il crée le Soleil, Kwalaɪ, qui a d'abord figure humaine mais qui, ayant sur les instances de Włakala choisi de s'exiler au ciel, acquiert un pouvoir tellement puissant - par son rayonnement, sa chaleur démesurés- qu'il détruit toute vie sur terre (voir Annexe 2).

La deuxième création de Włakala est, à son tour, anéantie par une violente tempête, ou un orage. Comme le soleil la première fois, un autre personnage, exilé dans le "monde d'en-haut" se voit investi d'un pouvoir excessif -qui va du moins s'avérer tel- ; il est appelé Wāndet et son pouvoir est de contrôler les eaux de pluie contenues dans un grand mortier *ndua*. Fâché que son fils reste trop attaché à la Terre (au "monde d'en dessous") (3), Wāndet "ouvre le robinet" puis finit par culbuter le mortier et c'est le Déluge, la troisième catastrophe. A l'exception de quelques-uns, les êtres humains sont dévorés par des monstres aquatiques qui peuplent la mer qui recouvre la terre. Les survivants se sont réfugiés sur un palmier caumou (*Oenocarpus bacaba*).

La mer (la Mère en termes psychanalytiques) finit par se retirer et les êtres humains, en tentant, de retrouver la terre ferme, se transforment en les différentes espèces animales qui peuplent l'univers émérillon, depuis celles qui habitent le plus haut (singes, ils sont, en Guyane, arboricoles) jusqu'à celles qui sont le plus près du sol (tortue). Le seul qui parvienne en bas du palmier sous sa forme humaine, épouse une femelle sapajou, mais le métissage génétique et culturel "homme/animal" ne réussit pas, et c'est la première rupture entre l'homme et les autres espèces animales.

L'étape suivante de cette séparation des mondes correspond à la création par Włakala des différentes "nations", populations, à partir des vers issus du pourrissement de dépouilles d'anacondas (*Eunectes murinus*). Il donne à chacune une langue et une couleur différentes, puis une culture spécifique, les Français obtenant la meilleure part. Włakala attribue aussi à chaque "nation" un pays, la France étant perçue, là encore, comme un "eldorado" version amérindienne.

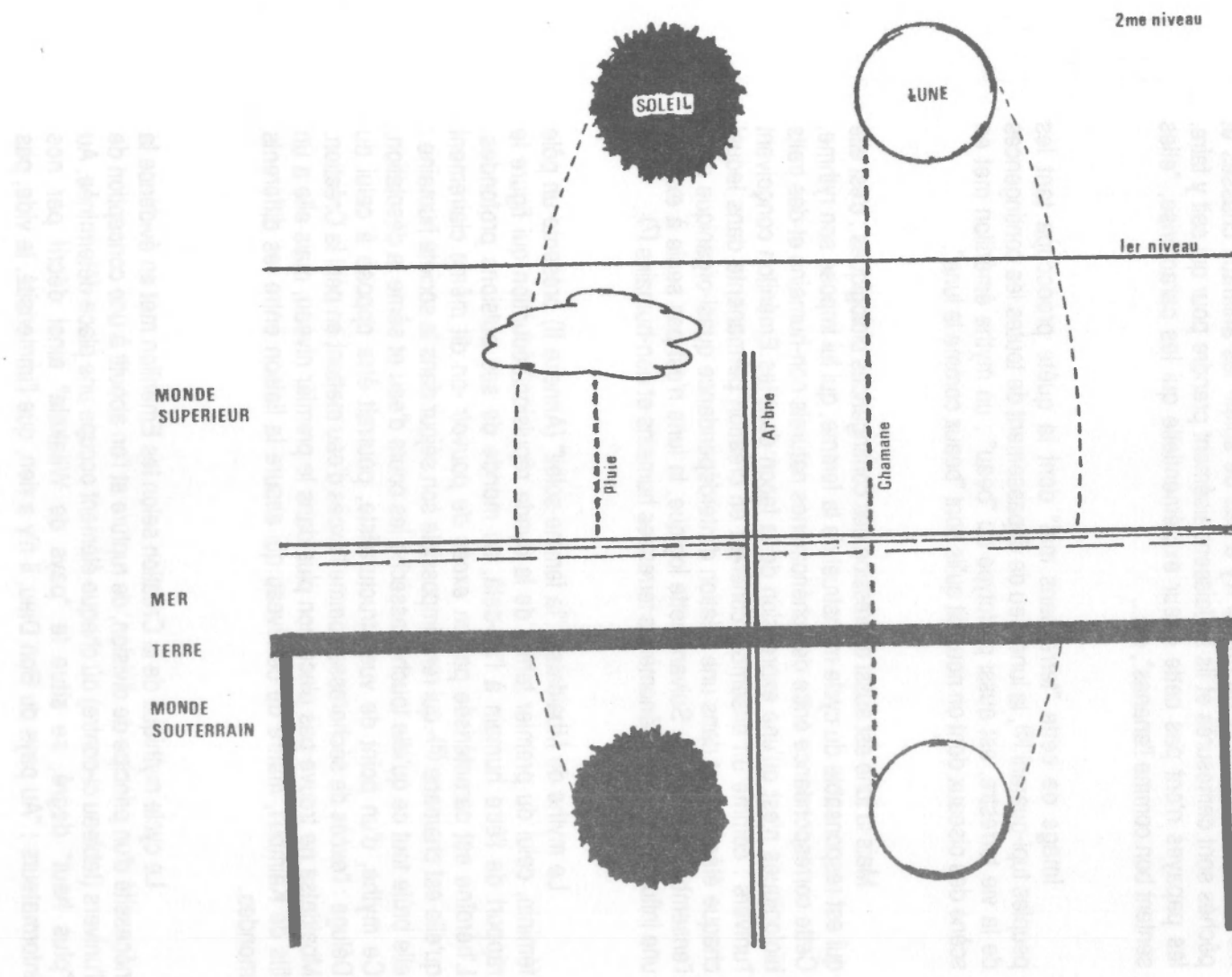
Ensuite intervient la sexualisation ; Włakala institue le coït, donc une relation d'opposition/complémentarité entre l'homme et la femme, en créant *tũ'i*, le vagin. Dieu voulait l'homme immortel, mais en le créant *vivant*, il le crée *mortel*, et, malgré ses intentions, l'homme perd cette faculté qui le rapprocherait des dieux : l'immortalité. Włakala, confronté aux limites de son pouvoir, dès lors

qu'il tente de créer les hommes "à son image" (4), abandonne ceux-ci au pouvoir du "démon", Tembetsi, qui n'est autre chose que l'image de l'imperfection, de l'incomplétude liées à la vie elle-même, à cette création qu'il a voulue presque malgré lui.

En quittant le monde qu'il a "humanisé", Wĭlakala prend conscience de l'imperfection, de l'incomplétude de toute chose dès lors qu'elle *est* ; dès lors qu'elle *est*, elle est par rapport à autre chose à quoi elle s'oppose. La création, la vie, s'oppose à la mort, et l'homme ne peut être autre chose que mortel ; il ne peut être pur esprit. Ceci est explicitement rendu par la tradition émérillon : l'être humain échoue à devenir "pur esprit", à devenir immortel. Dans un même mouvement, l'homme et la femme provoquent le travail, la maladie, la douleur des règles et de l'accouchement, etc..., toutes choses qui sanctionnent la rupture de l'homme avec la nature, avec sa nature d'être divin. Le monde créé, vivant, ne peut qu'être imparfait, mortel et d'une mortalité fragile.

Le mythe par lequel est exposée l'apparition de la lune mythe très répandu, rappelons-le chez les Tupi-Guarani, expose une problématique inhérente, dans l'optique freudienne, à l'espèce humaine en général : un homme couche avec sa soeur ; celle-ci, fâchée, le chasse après l'avoir identifié (voir Annexe I) et Lune finit par prendre sa place, loin des hommes, dans le ciel. La distance géographique ainsi instituée correspond aussi à l'écart "ordre/désordre" et à l'instauration d'un code moral garant de l'ordre social, condition de la vie elle-même. Wĭlakala, le créateur, est confronté à l'imperfection de sa créature humaine ; il la voulait à son image, mais l'homme lui-même, nous l'avons vu, refuse cette nature idéale (il devient mortel, découvre la douleur des règles et de l'accouchement, la maladie, le travail, etc...). Lune, dont le mythe fait parfois le fils de Wĭlakala, désire aussi que l'homme ne soit soumis à aucune contrainte -ici, plus précisément, dans le choix de ses partenaires sexuels- mais il s'avère que, sur ce plan comme sur les autres, le chaos est incompatible avec l'ordre social.

Mis à distance, Lune va désormais figurer la référence éthique, celle qui assure le lien nécessaire entre la Vie, la Création qui est organisation et complexification, et le Chaos -image de tous les "paradis"- lieu de la liberté et du sens, vers lequel les hommes "sont aspirés" (voir plus haut). L'être humain oscille sans cesse entre un ordre, représenté ici par l'interdit de l'inceste, et un désordre absolu. La morale qui fonde la philosophie des peuples traditionnels vise à permettre un équilibre entre des pulsions humaines foncièrement anti-sociales (tendant à annuler le processus de Création) et les forces de la Création qui sont organisation du vivant (5).



ORGANISATION DE L'UNIVERS SELON LES EMERILLON

Un autre mythe émérillon raconte la quête par l'humanité des fruits et des plantes cultivées ; le chef d'expédition s'appelle Namiay. Après maintes péripéties -qu'une analyse ferait aisément apparaître comme expressions de ces tendances régressives dont nous venons de parler- la troupe, très réduite, parvient à destination : un pays de Cocagne qui n'est autre que la lune. En cette terre d'abondance que gouverne le fils de Wilakala, qui est aussi "pays des morts", point de jour ni de nuit -il n'y a pas de soleil- les animaux chassés et pêchés sont démesurés et ils se laissent aisément prendre pour qui sait y faire, les papayes n'ont pas cette odeur excrémentielle qui les caractérise, "elles sentent bon comme l'ananas", etc...

Image de cette "terre sans mal" dont la quête préoccupa tant les peuples tupi-guarani (6), la lune, lieu de dépassement de toutes les contingences de la vie terrestre, est aussi prototype du "beau" ; un mythe émérillon met en scène des oiseaux dont on nous dit qu'ils sont "beaux comme la lune".

Mais la lune est aussi expression des contingences biologiques ; c'est elle qui est responsable du cycle menstruel de la femme, qui lui impose son rythme. Cette correspondance entre des phénomènes naturels non-humains et des traits biologiques n'est qu'une expression de la façon dont les Emérillon conçoivent l'univers : comme un ensemble cohérent en création permanente dans lequel chaque élément est dans une relation d'interdépendance quasi-organique avec l'ensemble des autres. Suivant cette logique, la lune n'est pas seule à exercer une influence sur les phénomènes terrestres humains et non-humains (7).

Le mythe de Mbaidatsa, "la femme-soleil" (Annexe II) présente un pôle féminin, celui du premier terme de la dyade répulsion/séduction qui figure le rapport de l'être humain à l'au-delà, au monde de ses pulsions profondes. L'héroïne est caractérisée par un *excès de pouvoir* -on dit même clairement qu'elle est chamane (8)- qui rend impossible son séjour dans la société humaine : elle brûle tout ce qu'elle touche, assèche les cours d'eau et sème la désolation. Ce mythe, d'un point de vue structuraliste, pourrait être opposé à celui du Déluge : l'excès de sécheresse comme l'excès d'eau mettent en péril la Création. Mbaidatsa ne trouve pas place non plus dans le premier niveau, mais elle a un fils de Kaimbu'i, maître de ce niveau qui assure la liaison entre les différents mondes.

Le cycle mythique de la Création selon les Emérillon met en évidence la nécessité d'un principe de division, de rupture et l'on aboutit à une conception de l'univers (tableau ci-contre) où chaque élément occupe une place déterminée. Au "plus haut" degré, se situe le "pays de Wilakala" ainsi décrit par nos informateurs : "Au pays du Bon Dieu, il n'y a rien, que l'immensité, le vide, pas

de ciel, pas de nuages, pas d'orages ; le soleil ne s'y couche jamais. La maison du Bon Dieu est transparente comme du verre ; les gens aussi sont transparents, on voit leurs os et, lorsqu'ils mangent, on voit descendre la nourriture dans leur corps comme passé aux rayons X. La nourriture, elle est à discrétion ; il suffit de demander et l'on est servi. On perçoit l'infiniment grand comme l'infiniment petit. Ici, point de mal, de maladies ou de "brigands"...

Lorsque, déçu par ses créatures humaines, qui refusent la "terre sans mal" qu'il leur propose, Włakala rejoint sa demeure céleste -abandonnant la gestion de la Terre au "diable" Tembetsi- un seul homme a le courage de l'accompagner. C'est à lui que Włakala enseignera le pouvoir de la *malaka*, objet symbolique de la fonction de *padje* (chamane). Il lui montrera comment, par quels chants, le voyant-guérisseur peut entrer en communication avec le monde des esprits ⁽⁹⁾ pour leur demander de faire pleuvoir si la sécheresse persiste par trop, ou, au contraire, de ramener le soleil si les pluies sont incessantes. Le *padje* reçoit aussi le pouvoir de déterminer la cause des maladies, par le "voyage" et la vision chamaniques, et de les soigner, etc...

Le *padje* est celui qui, après une lente préparation, notamment le jeûne onirique, rencontre les esprits, les *kalwat* qui lui donne, selon les cas, les "lunettes de la Lune", ou les "lunettes du Soleil" qui lui donnent une *vision* (un accès au "sacré", à la connaissance) plus ou moins grande, plus aiguë avec celles du Soleil qu'on peut placer ici au niveau du divin ⁽¹⁰⁾. "Soleil" et "Lune" sont d'ailleurs clairement définis dans les mythes comme des "prototypes" de la fonction et des pouvoirs chamaniques.

Ainsi donc, si le mythe expose la nécessité, ou le caractère inévitable, d'une *limitation* des pouvoirs de l'homme et d'un écart entre "sacré" et "profane" (la Terre sans mal et la Création), il pose aussi la nécessité pour l'être humain de ne pas rompre avec ce qui donne un sens aux choses, la nécessité de ménager des *passerelles* entre le monde du relatif et celui de l'absolu. Ces passerelles, institutionnalisées -donc canalisatrices- par des rites, des interdits, etc... sont empruntées, de façon privilégiée, par le *padje* lors de son "voyage" ou de sa vision, mais aussi chacun y a un accès -non sans risques- par le rêve.

Le voyage dans la lune, comme source de pouvoirs chamaniques, est, chez les Emérillon, une faculté distinctive des "grands" chamanes ⁽¹¹⁾.

La mer du Déluge, dont la symbolique psychanalytique est classique et connue, il s'agit de la Mère, témoigne du danger qu'il y a à se laisser glisser, immerger (fantasme de dévoration) dans la béatitude utérine, une tendance

dont les ethno-psychanalystes ont montré le caractère universel (voir, par exemple : Jung, 1952 ; Róheim, 1955). Le mythe de création émérillon, que nous ne pouvons analyser plus avant ici, nous présente cette "mer-mère" comme voie d'accès à une terre de félicité, figurée concrètement par une image idéalisée de la France d'où naissent bien des mirages.

Les Emérillon croient que la Terre est plate comme la platine sur laquelle les femmes font cuire les galettes de manioc (*mbedju*) ; elle est soutenue par trois pieds que le "diable" ébranle pour créer des tremblements de terre, *iwi ttik*. Si un jour il ôte l'un de ces poteaux de soutènement, ce sera la fin du monde. La tradition mythique wayäpi, elle, raconte comment deux équipes d'architectes successives s'employèrent à séparer la Terre du Ciel, en dansant. Selon une expression rapportée par F. Grenand (1982), les Wayäpi sont préoccupés par le danger que le ciel leur tombe sur la tête si les piliers qui soutiennent la Terre viennent à se déplacer (une croyance familière au lecteur descendant de Gaulois !).

Les mêmes Wayäpi disent que "la Terre était primitivement un monde de larves, de moisissures et de champignons. Cet état tend à renaître à chaque éclipse de lune et c'est ce qui les rend si dangereuses. Les hommes, en particulier, risqueraient de se transformer en champignons s'ils ne prenaient garde de rester éveillés" (F. Grenand, 1982, p. 50). Les Emérillon, lors d'une éclipse de lune, *djai omanö* (étym. "la lune est morte"), poussent des cris et tirent des coups de feu en direction de l'astre afin qu'il revienne à la vie ⁽¹²⁾.

Les mondes d'en-dessous, qu'ils soient sub-aquatiques ou souterrains, reproduisent le monde d'en-dessus, mais comme en négatif. Les Emérillon disent qu'il y fait toujours nuit ; c'est là que va le soleil lorsqu'il disparaît, et les êtres humains se transforment en animaux lorsqu'ils y font une incursion. Mais, par ailleurs, on y trouve des villages et des êtres -des paresseux géants, *wo'o*, disent les Wayäpi- qui prennent volontiers les hommes égarés pour gibier consommable. La lune, elle aussi, s'y promène. Un tronc d'arbre creux, ou un terrier de tatou géant (*tatu'u*) peut permettre d'accéder à ces mondes souterrains.

Les données rassemblées ici nous permettent de formuler quelques considérations théoriques. Limiter le champ ethnoastronomique au seul plan d'un rapport supposé objectif entre un observateur et des objets perçus serait, non seulement mutilant, mais aussi quelque peu fallacieux. Si l'ethnoastronomie peut constituer un domaine de recherche ethnologique spécifique, c'est dans la mesure où l'on cherche à comprendre comment une société donnée conçoit ses rapports avec le ciel, et non ce que devient l'astronomie dans cette société.

Le point de départ de l'ethnoastronomie n'est donc pas l'astronomie telle que la pratiquent les scientifiques occidentaux, mais la culture sur laquelle on s'interroge. Ca n'est qu'à cette condition qu'on peut -si on le souhaite- éviter l'ethnocentrisme déformant, et que l'analyse peut s'ouvrir sur des visées beaucoup plus significatives. Il ne s'agit pas en l'occurrence de vérifier la justesse de l'astronomie émerillon -si ce terme est adéquat- mais de comprendre comment une réalité en apparence univoque et immuable est en fait, d'emblée, culturalisée, c'est-à-dire différenciée, propre à une culture donnée : la lune des Emérillon n'est pas la lune des astronomes. Et la problématique essentielle ne saurait être, d'abord, que celle-ci : comment la lune est-elle "autre chose" ? qu'est-elle pour les Emérillon par exemple ?

Il faut admettre que les choses ainsi posées, nous nous engageons, inévitablement, dans une démarche ethnopsychanalytique, puisqu'il s'agit de comprendre comment les Emérillon *pensent* les astres. Le problème est celui d'une pensée *appliquée* aux astres, et non les astres tels qu'ils sont vus, observés. Il s'agit, en fait, du problème de l'astronomie elle-même, puisqu'on a jamais à faire simplement aux astres d'une part et aux "théories indigènes" d'autre part ; dans tous les cas, nous sommes, d'emblée, en présence d'une pensée, et c'est cet objet, la pensée, qui seul peut fonder une ethnoastronomie rigoureuse.

Le cadre analytique ainsi défini, nous pouvons, dans un premier temps, nous engager dans une analyse purement descriptive de l'astronomie émerillon, c'est-à-dire voir quelles sont les données d'une objectivation émerillon des astres et phénomènes cosmiques. C'est à cet exercice que nous nous sommes livrés dans la première partie de cet exposé. Mais il faut bien considérer que, pour "objective" qu'elle soit, cette observation reste marquée par la culture émerillon : les Emérillon ont bien repéré la Voie Lactée, mais ils en font "le chemin du Tapir", en passant simplement d'un plus objectif à un plus subjectif, sans solution de continuité.

Ceci revient à dire que le *réel* n'est jamais accessible *en soi* et qu'il sert moins de *but* que de *moyen* pour concevoir une *réalité* propre à une culture donnée. En quoi cette réalité est-elle spécifique d'une culture particulière ? Par le fait qu'elle est conçue à l'image de la société en question. C'est ce qui a donné naissance à la théorie de l'Animisme par lequel les ethnologues ont longtemps caractérisé les "primitifs". On l'a compris maintenant, l'animisme est moins une "déformation" de la perception que la caractéristique d'une pensée qui n'a pas pour visée d'accéder à un hypothétique réel, mais de constituer une réalité à la mesure d'une culture donnée au moyen de ce réel.

L'ethnoastronomie émérillon nous met face à des réalités cosmiques créées par une pensée à partir de ce qui est perçu objectivement : la lune n'est pas simplement une planète, mais un frère incestueux, et c'est ainsi -dans ce cadre culturel- qu'il convient de la considérer. A partir de là, se pose la question du "comment" et du "pourquoi". Il faut d'abord comprendre que lorsque les Émérillon parlent de la lune ou du soleil comme de personnages impliqués dans telle ou telle péripétie, il s'agit d'une *interprétation secondaire* (puisque la lune existe indépendamment de la culture émérillon). Et ceci nous conduit à rechercher à quoi se réfère cette interprétation : dans le mythe sur l'origine de la lune, l'inceste fait clairement référence à une problématique oedipienne. Dans le mythe du déluge, "mer" peut être traduit, en termes analytiques, par "mère", ce qui renvoie à ce que G. Róheim appelle le "rêve de base" ⁽¹³⁾, etc...

En fin de compte, tout se passe comme si les Émérillon utilisaient la lune pour exprimer quelque chose, une *réalité inconsciente*. Autrement dit, ils perçoivent la lune, ou le soleil, comme une réalité extérieure qui contient une réalité intérieure. En bref, il s'agit là d'un mécanisme bien connu en psychanalyse : la *projection*, non comme un processus défensif, ce que dit Freud, mais dans le sens de la *fonction de l'imaginaire*. C'est par la projection que les Émérillon créent la réalité de tel ou tel phénomène cosmique, comme une image d'eux-mêmes par laquelle s'exprime donc quelque chose qui leur est intérieur.

Ainsi, l'ethnoastronomie émérillon nous confronte, non à une perception du réel, mais à la projection d'une réalité ; nous avons ici à faire moins au réel qu'à l'imaginaire. Ceci nous dispense de porter un jugement de valeur sur l'astronomie émérillon ; celle-ci est validée par un contexte culturel spécifique, en ce sens qu'elle signifie quelque chose d'important, de vital, dans *cette* culture.

Nous voyons ainsi que la conception émérillon n'a aucune prétention *explicative* -et on ne peut parler en termes de "vrai" ou de "faux"- mais seulement *expressive*. Nous avons essentiellement à faire ici à une communication inter-subjective caractéristique de la société émérillon. Nous pouvons d'ailleurs en dire autant de tous les faits de culture : la réalité culturelle est fondamentalement une affaire de communication d'inconscient à inconscient, c'est-à-dire passant par l'imaginaire.

En résumé, tout ce qui différencie l'astronomie occidentale de l'astronomie émérillon, c'est le but visé : pour la première, il s'agit d'accéder au réel en objectivant la réalité, c'est-à-dire en l'épurant de la pensée humaine ; pour la seconde, il est question de communiquer au moyen du réel, c'est-à-dire de faire de ce réel quelque chose d'éminemment humain. Nous constatons donc que

le réel n'a pas le même statut, ni la même fonction d'une culture à une autre : pour l'une, le réel est important en soi parce que la connaissance est conçue essentiellement comme une saisie du réel qui est l'*objet* de la connaissance ; pour l'autre, le réel n'est important que dans la mesure où il permet la communication. Dans ce cas, l'objet de la connaissance n'est pas le réel lui-même, mais quelque chose qui tient à l'intimité du sujet : le communiquer, c'est le connaître, même par la voie de l'imaginaire.

La question continue sûrement d'être posée : est-il possible de traiter le réel comme une réalité en soi ? L'astronomie occidentale, et la science en général, peuvent-elles vraiment être la référence absolue dans une définition du *vrai* ? En théorie peut-être, et cela se vérifie par exemple par les performances technologiques de la société "scientifique", mais au niveau du *vécu*, les phénomènes cosmiques, comme tous les autres, restent des objets de projection comme le révèle au grand jour la poésie (14) et comme cela s'exprime chaque fois que disparaît l'*obligation* de se conformer au critère scientifique du vrai.

Cette dernière remarque nous conduit à une autre constatation : la différence entre l'astronomie émérillon et l'astronomie occidentale réside aussi dans l'attitude vis-à-vis d'une *autorité* informelle et impersonnelle qui dicte les normes du "vrai", c'est-à-dire du "réel". Chez le poète, la lune, le soleil, etc..., jouent exactement le même rôle que chez les Emérillon : un moyen de communication (de communion ?) inter-subjective. Chez l'astronome, la lune est la lune, il n'y a pas de place pour une communication du fait de la présence d'une *autorité* qui intercepte la relation ; car on ne communique pas avec une autorité, on s'y *conforme* en reproduisant sa norme, son langage..., l'objet n'a qu'une définition qui est celle du vrai.

Mais il y a une limite à cette autorité, car, malgré les données irrécusables de l'astronomie moderne, le ciel ne cesse d'être habité par l'humain (15). Quoi qu'on veuille, quoi qu'on prétende, on est toujours dans la projection, dans l'imaginaire, et le ciel *sert* toujours à exprimer nos angoisses d'hommes modernes face à l'univers, à la vie, à la mort. Et là est la réalité. L'effort de la pensée scientifique pour saisir le *réel en soi* et à le poser comme "vrai" paraît, somme toute, assez vain. La pensée commune qui constitue la réalité, notre réalité quotidienne, qu'elle soit ou non scientifique, ne considère pas le réel comme un objet de connaissance, mais comme un moyen de communication entre les hommes, communication qui est connaissance. Cela les "primitifs" et les poètes l'ont compris depuis toujours. L'oracle de Delphes n'affirmait-il pas : "*Connais-toi toi-même et tu connaîtras l'univers*" ?

NOTES

1. A titre indicatif, voici les constellations identifiées par P. et F. Grenand chez les Wayäpi, telles qu'elles figurent dans le *Dictionnaire Wayäpi-Français* (F. Grenand, 1989) : *akänge*, *siiike*, ou *eyuu*, les Pléiades ; *isuiu*, ou *sulue'i*, les Gémeaux ; *moyuiwalewa*, Orion ; *tapi'ilaywitate* (non identifiée). Outre la Terre, *pilunga*, la Lune, *yai*, le Soleil, *kwalaï*, les Wayäpi nomment aussi, parmi les astres, *siiikelaï* (non identifié), *alukamā*, *tapalukaa*, ou *yaitatau*, Vénus, *uluwusekulu*, Sirius.

2. Ne parle-t-on pas, par exemple, d'une face en pleine lune pour désigner un visage rond ? N'est-ce pas aussi un terme métaphorique pour nommer l'arrière-train ?

3. Le mythe raconte que le fils de Wāndet est tombé à terre et qu'il s'est introduit subrepticement, sous la forme d'une souris (sarigue ?), dans le vagin d'une femme qui, peu de temps après, lui offre une seconde naissance et une famille terrestre.

4. Dans la tradition judéo-chrétienne, Dieu crée aussi les hommes à son image, puisqu'il est dit dans la *Genèse* : "Dieu dit : 'Faisons l'homme à notre image, comme notre ressemblance'" (*La Sainte Bible*, 1964, p. 7).

5. Selon l'expression de notre informateur, Lune, après avoir été éloigné pour avoir tenté d'imposer le désordre, s'adresse aux hommes et leur dit : "il faut qu'on pense à faire des familles maintenant". Ainsi s'impose l'ordre social et la culture par le tabou de l'inceste.

6. H. Clastres définit ainsi la "Terre sans Mal" : "un espace sans lieux marqués où s'effacent les rapports sociaux, un temps sans repères où s'abolissent les générations. C'est l'*aguyje*, la complétude ; les hommes ensemble rendus chacun à soi, disparue la double distance qui les faisait dépendants entre eux et séparés des dieux -loi de société, loi de nature : le mal radical" (*H. Clastres*, 1975, p. 141).

7. La théorie indigène semble implicitement valider une partie au moins de l'astrologie.

8. Pour les Emérillon, toute femme est un peu chamane ("parce qu'elle a ses règles", nous dit-on) et aucune femme aujourd'hui, dans cette ethnie, n'a le statut -ce qui implique une institutionnalisation- de *padje*.

9. L'informateur emploie ici l'expression imagée de "téléphoner".

10. Il faut préciser ici que ces images de "lunettes" du soleil, de la lune, symbolisent les effet d'un produit hallucinogène, la sève de l'arbre *takweni* (*Brosimum acutifolium*), utilisé par les Emérillon comme par les Wayapi, pour l'initiation chamanique.

11. Le vieux chamane émérillon Chanel ne fut nullement surpris ou impressionné lorsque nous lui apprîmes que les Américains avaient débarqué sur la lune ; il nous affirma qu'il faisait lui aussi cette expérience régulièrement. Il semble bien que la lune soit un objectif classique du voyage chamanique, puisque les Indiens Waurá du Brésil réagirent comme les Emérillon lorsque les frères Villas Boas leur parlèrent du même événement : "*When I told the Waurá tribesman that my tribe had sent men to the moon, they were not particularly surprised and certainly not impressed*" (O. & C. Villas Boas, 1972, p. ix). De la même façon, M. Therrien dit que les Inuit ne comprennent pas "*toute la publicité faite sur le premier Américain qui a marché sur la lune... Leur chamane y va régulièrement*" (Entretien avec R. Le Disloquer, *Ouest-France*, 1987). Enfin, R. Thurnwald énonce cette vérité générale : "*les primitifs croient à la réalité des rêves, en particulier des voyages accomplis en songe, par exemple dans la lune*" (Thurnwald, 1953, p. 101).

12. Nous avons été témoins d'une telle circonstance au mois d'août 1989 à Camopi.

13. Le "rêve de base", "noyau onirique originaire, permanent, universel, inaltérable", est "une réactivation de la situation intra-utérine. Nous y trouvons repos, chaleur, absence de stimuli ; et beaucoup de gens forment dans une position foetale" (dadoun, 1972, p. 226). Voir aussi : Roheim, 1952.

14. Citons Baudelaire, et son poème *Tristesse de la Lune* : "*Ce soir, la Lune rêve avec plus de paresse : / Ainsi qu'une beauté, sur de nombreux coussins, / Qui, d'une main distraite et légère, caresse / Avant de s'endormir le contour de ses seins...*(*Les Fleurs du Mal*).

15. Ce qui ressort sous les formes créatrices de l'imaginaire, comme les romans de science-fiction, s'exprime de manière directe et sans masque dans les délires schizophréniques. Le Dr P. Bour cite le cas d'une malade qui "ne pouvait pas voir son père, sur la planète Jupiter" et qui se disait habitée par des "démons en provenance d'Uranus" (Bour, 1976, p. 36).

ANNEXE I

L'Inceste de Lune

Il y a très longtemps, la lune était un homme, il était comme nous. Lune vivait dans un village avec ses parents et sa soeur. Comme il n'avait pas de femme, il eut envie de faire l'amour avec sa soeur. Il se dit : "Tiens, je vais attendre que ma soeur s'endorme et alors je pourrai faire l'amour avec elle". Ainsi fait-il tous les soirs. Chaque matin, sa soeur, au réveil, s'aperçoit que son sexe est mouillé, et elle interroge : "Qui est-ce qui m'a fait l'amour, il n'y a personne ici, seulement mon frère. Maman, personne n'est venu ici ?" - "Non, répond la mère, je n'ai vu personne, il n'y a que ton frère ici".

Alors, la jeune fille décide d'éclaircir le mystère. Elle se passe entièrement le corps au roucou, puis, le soir, fait semblant de s'endormir. Son frère arrive alors et fait l'amour avec elle, mais comme il se baigne dans la rivière tôt le matin, sa soeur ne peut l'identifier ; il ne porte aucune trace de roucou.

Une autre fois, elle s'enduit de génipa : la teinture au génipa ne s'efface pas facilement, elle tient deux semaines. En plus, elle met un peu de cette teinture dans un récipient caché sous son hamac. La nuit, alors que son frère, comme à l'accoutumé, croit abuser d'elle, elle trempe sa main dans la teinture et la passe sur le visage de l'homme.

Le lendemain-matin Lune ne se lève pas, il reste couché dans son hamac. Sa soeur l'interpelle : "Hé frère, d'habitude tu te lèves tôt, pourquoi restes-tu couché ? Frère, lève toi frère !" Elle secoue le hamac de son frère et découvre alors la figure noircie de son amant : "Ah, c'est toi qui me fais ça tous les soirs ! Pars, je ne veux plus te voir !" - "Sœur, est-ce que je peux rester ?" - "Non, je ne veux plus te voir, pars loin de moi !".

Lune s'éloigne d'une dizaine de mètres : "Sœur, je peux rester ici ?" - "Non, pars loin, loin de moi !" - "Où veux-tu que j'aille ?" - "Vas n'importe où, tu peux mourir !" - Lune va de plus en plus loin, dans la forêt puis dans la montagne, et il commence à s'élever dans le ciel. Chaque fois il demande : "Sœur, est-ce que je peux rester ici ?" Et chaque fois, celle-ci répond : "Non, encore plus loin !".

Parvenu très haut, il demande encore : "Sœur est-ce que je peux rester ici ?" - "Oui, dit-elle enfin, tu peux rester là". C'est ainsi qu'est apparue la lune avec sa face plus ou moins noire ; on dit aussi que les marques bien visibles sur son visage sont celles des coups que sa soeur lui donna lorsqu'elle découvrit l'infamie de son frère.

De son nouveau séjour, Lune s'adresse aux êtres humains : "Je croyais que nous pouvions faire comme les chiens, comme les animaux, coucher les uns avec les autres, sans distinction, les frères avec les soeurs, les filles avec les pères... Si vous ne voulez pas qu'il en soit ainsi, oubliez ça ; il faut penser à faire des familles maintenant. Ne faites pas comme j'ai fait, si je vois que vous faites ça un jour, ce sera la fin du monde."

C'est pour ça qu'existent aujourd'hui des règles de parenté précises qui, chez les Emerillon, prohibent les mariages entre cousins parallèles, avec les filles de la soeur pour un homme, les fils du frères pour une femme ; et prescrivent les mariages entre cousins croisés, etc...

ANNEE II

Mbaidatsa, la Femme-Soleil

Un matin, un Emerillon dit à sa femme : "Bon, je vais à la chasse". L'épouse, elle, part chercher du manioc à l'abattis. Au retour, constatant l'absence de sa femme, l'homme s'adresse à sa belle-mère : "Où est ta fille ? Elle devrait être revenue, elle m'avait dit qu'elle ne tarderait pas" - "Oh, ma fille est partie à l'abattis depuis longtemps déjà". L'homme, inquiet, décide d'aller la chercher à l'abattis.

Arrivée à l'abattis, la femme qui a des pouvoirs de chamane a mis ses yeux sur sa poitrine, sa bouche à l'emplacement de son nombril, puis elle a enlevé sa tête, la placée entre ses jambes et s'est mise à l'épouiller. C'est dans cette situation que le mari, qui est arrivé sans bruit, la trouve : "Qu'est-ce que tu fais ?" Surprise, la femme, qui s'appelle *Mbaidatsa*, jette sa tête par terre ; son corps se transforme en daguet gris et s'enfuit. Avant, cet animal n'existait pas et c'est pourquoi les Emerillon disent que le daguet est "comme une personne".

A terre, la tête se balance et saute de place en place en disant : "Oh, j'ai soif, j'ai soif ! Donnez-moi de l'eau, j'ai soif !" Le mari retourne au village et raconte à sa mère : "Quand je suis arrivé, ma femme s'est transformée, viens voir !" Il retourne à l'abattis avec sa mère. La tête est là qui gémit : "J'ai soif, j'ai soif !". L'homme ne sait que faire. Il attrape la tête par les cheveux et la ramène au village.

Là, l'homme s'interroge : "Elle veut de l'eau, qu'est-ce qu'on peut faire ?" Il remplit d'eau un pot en terre et le lui fait boire. Pfuit ! elle avale tout d'un trait "J'ai encore soif, donnez-moi de l'eau !" L'homme remplit un canot à cachiri d'eau et plonge la tête sans corps dedans. Pfuit ! le canot est sec en un instant. Elle continue à gémir : "A boire, à boire !" - "Ah, vraiment, comment allons-nous faire", s'inquiète l'homme.

Alors, il a l'idée de prendre la tête par les cheveux et de la précipiter dans la rivière. Pfuit ! le cours d'eau s'assèche en une seconde. Tous les poissons, les coumarous, les aimaras, les piranhas, les poissons-tigres se retrouvent à l'air, et aussi les anacondas, tout ce qui vit dans l'eau. Il n'y a plus d'eau maintenant, et le soleil chauffe de plus en plus fort. Il n'y a plus d'eau à boire et les Indiens n'ont d'autre ressource que de boire l'eau contenue dans les troncs de "faux-bananier" dont ils remplissent les jarres en terre.

Bientôt, les poissons commencent à pourrir. La tête vient se placer parmi ces innombrables poissons qui se décomposent. Les Urubus descendent pour manger tous les poissons pourris ; la tête est immobile, comme une pierre.



MBAIDATSA, LA "FEMME-SOLEIL"

Alors que le soleil est au zénith, la tête saute sur le dos d'un urubu qu'elle mord, toujours criant : "J'ai soif, j'ai soif !" Le vautour s'envole avec la tête accrochée sur son dos.

Ils volent, ils volent jusque dans les nuages, pas tout à fait au ciel, dans le village dont le chef s'appelle *Kaimbu'i*. Celui-ci demande un banc pour *Mbaidatsa*, mais à peine s'y est-elle posée que le banc brûle. Un second siège qu'on lui donne brûle de la même façon. Elle demande alors un hamac neuf, mais, lorsqu'elle s'y met, il brûle lui aussi. Les gens se disent : "Que peut-on faire avec elle ? Elle a bu tout le cachiri, elle a asséché la rivière en bas, et maintenant elle brûle tout".

Ils décident alors de la brûler et ils rassemblent un gros tas de bois pour faire un bûcher où ils jettent la tête. Mais là, dans les flammes, la tête reste rouge, rouge et le feu s'éteint. Un homme passe et pique la tête avec un bâton. A cet instant, la tête se transforme en une belle jeune fille ; son corps irradie de grandes flammes comme un soleil, il est comme embrasé. Quand on donne un siège à la "femme-soleil", il faut le brûler d'abord ; un hamac, c'est pareil, c'est ça qui lui plaît.

Après, *Mbaidatsa* demande à *Kaimbu'i* : "Où est le chemin du soleil ?" Elle veut épouser le soleil. Celui-ci lui dit : "Voilà le chemin, tu vas monter jusqu'au ciel et là tu verras le soleil". Elle se met donc en route, mais la chaleur qu'elle oppose à celle du soleil empêche leur rencontre, et elle dit au soleil : "Calme un peu tes rayons ; je vais les réduire moi aussi, comme ça nous pourrions nous rapprocher et discuter". Ainsi font-ils.

Mbaidatsa ôte alors sa couronne de coton blanc pour la donner au soleil contre la couronne rouge qu'il porte. Cette coiffure était accrochée à un poteau d'une habitation et le soleil l'a volée aux hommes. C'est grâce à cette substitution que le soleil est bien blanc maintenant ; avant, il était rouge, très rouge comme le feu. Alors seulement la chaleur est devenue supportable sur terre et l'eau est revenue.

Le soleil attribue une demeure à la Femme-Soleil : "Voilà ta maison, tu vas habiter là-bas ; moi je vais 'travailler' ici". Ils deviennent mari et femme. *Mbaidatsa* s'est installée. Tous les soirs, *Kaimbu'i* s'approche par derrière de l'endroit où réside le couple avec lequel il entretient de bonnes relations. Le soleil voit le manège et demande à sa femme de diminuer l'ardeur de ses rayons afin que *Kaimbu'i* puisse s'approcher et expliquer ce qu'il veut.

Mais ce que désire *Kaimbu'i*, c'est faire l'amour avec la Femme-Soleil qui est très jolie. Comme il peut l'approcher maintenant, ils couchent ensemble et la femme tombe enceinte. Bientôt, elle accouche d'un petit garçon, mais celui-ci ne peut pas têter car le corps de sa mère est trop chaud, et il meurt.

Mbaidatsa va voir son mari pour qu'il l'aide : "Mon garçon est mort, qu'est-ce que je peux faire pour qu'il revienne à la vie ?" Le soleil lui répond : "Ce n'est pas mon enfant, ce n'est pas moi qui l'ai fait. Il est mort, et bien débrouille-toi. Tu es venue me rejoindre ici parce que tu étais chamane, alors débrouille-toi pour guérir ton fils".

"Alors, dit la femme, donne-moi des perles blanches, un morceau de fer et un morceau de pierre blanche". Elle passe le morceau de fer sur la colonne vertébrale et la moelle épinière de son enfant, sur ses os, partout. Ensuite, elle lui perce le crâne et y introduit les perles et les pierres blanches. Enfin, elle souffle sur le corps et le garçon revient à la vie.

Kaimbu'i s'adresse alors à la femme : "Bon, et bien maintenant voici ce qu'il faut faire pour que ton fils ne meure pas : tu vas le faire flambant comme toi, ainsi il pourra rester avec toi". Et le garçon, devenu grand, chante : "C'est ma mère qui m'a sauvé. Je suis le fils de *Tamutsi Kaimbu'i*..."

BIBLIOGRAPHIE

BAUDELAIRE, 1875 : *"Les Fleurs du Mal"*

BOUR Pierre, 1976 : *"Les racines de l'homme"*, Paris : R. Laffont

CLASTRES Hélène, 1975 : *"La terre sans mal, le prophétisme tupi-guarani"*, Paris : Ed. du Seuil

DADOUN Roger, 1972 : *"Géza Róheim et l'essor de l'anthropologie psychanalytique"*, Paris : Payot

GRENAND Françoise, 1982 : *"Et l'homme devint jaguar, Univers imaginaire et quotidien des Indiens Wayäpi de Guyane"*, Paris : L'Harmattan

GRENAND Françoise, 1989 : *"Dictionnaire Wayäpi-Français"* (Guyane Française), Paris : Peeters/Selaf

GRENAND Pierre, 1980 : *"Introduction à l'étude de l'univers wayäpi - Ethnoécologie des Indiens du Haut-Oyapock (Guyane française)"*, Paris : SELAF

JASNIEWICZ Françoise, 1990 : *"Réflexion sur les méthodes de l'ethnoastronomie"*, Mémoire de D.E.A. d'Ethnologie de l'Université de Strasbourg II (Institut d'Ethnologie)

JUNG Carl G., 1953 : *"Métamorphoses de l'âme et ses symboles - Analyse des prodromes d'une schizophrénie"*, Genève : Lib. de l'Université, Georg & Cie

LE DISLOQUER R., 1987 : *"Michel Therrien, ethnologue québécoise: 'Cela fait des millénaires que des inuits vont dans la lune'"*, Ouest-France, 25 février 1987

MAGANA Edmundo, 1987 : *"Contribuciones al estudio de la mitologia y astronomía de los indios de las Guayanas"*, Latin America Studies, 35, Amsterdam : CEDIA, p. 64-99

RÓHEIM Géza, 1973 (1952) : *"Les portes du rêve"*, Paris : Payot

RÓHEIM Géza, 1969 (1955) : *"Magie et schizophrénie"*, Paris : Antropos

SAINTE BIBLE (La), 1955, Paris : Ed. du Cerf

THURNWALD Richard, 1953 ; *"L'esprit humain, Essai de paléopsychologie"*, Paris : Payot

VILLAS BOAS Orlando & Claudio, 1975 : *"Xingu : The Indians, Their Myths"*, London : Souvenir Press (Educational & Academic), Ltd.

BIOGRAPHIE

Nadia MOHIA (épouse NAVET) est Docteur de 3ème cycle en Psychanalyse (Université de Paris 7). Elle s'est spécialisée dans l'étude des cultures kabyle et amérindiennes où elle a fait de nombreux "terrains" dans l'optique de l'anthropologie psychanalytique. Elle est l'auteur d'une quinzaine d'articles dans diverses revues.

Membre du *Centre de Recherches Interdisciplinaires en Anthropologie* (Université II, Institut d'Ethnologie), elle est chargée de conférences à l'Institut de Psychologie de l'Université Louis Pasteur, Strasbourg I, et à l'Institut d'Ethnologie de l'Université Strasbourg II.

Eric NAVET est Maître de Conférences à l'Institut d'Ethnologie de l'Université de Strasbourg II, Docteur d'Etat en Anthropologie. Il est spécialisé dans l'étude des cultures amérindiennes, en particulier les Indiens subarctiques du Canada (Ojibwés, etc...) et les Emérillon de Guyane Française.

Directeur du *Centre de Recherches Interdisciplinaires en Anthropologie* (C.R.I.A.)

Chercheur au *Laboratoire des Langues et Civilisations à Tradition Orale* (LACITO), C.N.R.S. (Département "Amérique"), Paris.

Chercheur au *Centre d'Etudes Arctiques* (C.N.R.S./E.H.E.S.S.) à Paris.

Publ. Obs. Astron. Strasbourg
Ser. "Astron. & Sc. Humaines" N° 7

L'UNIVERS EST-IL DETERMINE ?

ANDRILLAT Henri
Université de Montpellier II
Laboratoire d'Astronomie 072
MONTPELLIER (France)

L'UNIVERS EST-IL DETERMINE ?

Depuis la plus haute antiquité, l'homme s'est interrogé sur l'univers qui l'entoure et les questions qu'il se posait sur sa finitude ou son infinitude, sur son éternité ou sur sa création reçurent d'abord des réponses mythiques, avant que la science fût assez développée pour aborder à son tour ces problèmes.

La question du déterminisme trouve aussi son origine dans une croyance religieuse, mais ne s'est réellement posée qu'à partir du moment où la théorie de NEWTON est apparue comme un parfait modèle scientifique de la causalité.

Le déterminisme présente ainsi deux aspects principaux, le déterminisme scientifique et le déterminisme religieux.

L'idée du déterminisme scientifique est simple : il existe un ordre cosmique que la science découvre peu à peu sous la forme de lois physiques universelles et qui détermine l'état actuel de l'univers, avec ses formes d'existence et les phénomènes qui s'établissent entre elles, à partir de ses états antérieurs et à la limite, si la théorie du *big bang* est crédible, à partir de ses conditions initiales.

Pareillement, l'idée d'un déterminisme religieux est simple : Dieu a créé le monde dans sa puissance et, dans son omniscience, il connaît totalement l'univers d'une connaissance intemporelle. Dieu "voit" le monde. Il connaît en

particulier ce qui nous apparaît, en notre connaissance temporelle des choses, comme l'inconnu du futur, toute chose étant créée ou se produisant de par sa seule volonté.

Dans cet état d'esprit, le déterminisme scientifique pouvait apparaître, dans les domaines où il était découvert, comme une vérification partielle de l'existence d'un déterminisme absolu, de caractère divin.

C'est ainsi que le déterminisme scientifique se trouva étroitement lié au développement historique de l'astronomie, dans la mesure où le problème de la causalité se trouvait ainsi porté à l'échelle de l'univers tout entier et où la question : "l'univers est-il déterminé ?" pouvait espérer recevoir une réponse scientifique. Lorsque l'astronomie fut devenue une science rationnelle à part entière et que la découverte de la loi de gravitation par NEWTON eut permis le développement et la réussite triomphale de la mécanique céleste, le déterminisme scientifique s'approchait de son apogée. L'extraordinaire précision avec laquelle la loi de NEWTON permettait de déterminer la position d'une planète, même dans un futur lointain, ne faisait-elle pas de l'astronomie un art divinatoire de la raison, hautement efficace, auprès duquel les prédictions astrologiques de l'antique religion astrale chaldéenne apparaissaient bien incertaines ?

Et la loi de gravitation était une loi cosmologique ! Ainsi, il était possible qu'avec la mécanique céleste, la science eût enfin levé un coin du voile sur l'ordre déterministe du monde.

On sait à quel point Albert EINSTEIN fut attaché à l'idée du déterminisme qu'il porta à son apogée avec le concept d'espace-temps, posé à la base de ses théories de la relativité. L'espace-temps est la géométrisation du mouvement. Un mouvement est une courbe, une structure géométrique et statique de l'espace-temps, une ligne d'univers déterminant totalement, du passé au futur, toutes les configurations du système. L'espace-temps constitue, dans la modélisation des phénomènes qu'est la science, un formalisme intemporel et déterministe des événements de la physique.

On connaît aussi l'attitude du grand physicien devant la mécanique quantique : la reconnaissance, certes, d'une grande théorie physique devant l'excellence de ses résultats et l'acceptation de ses méthodes probabilistes devant leur efficacité, mais aussi le refus de toute valeur épistémologique à son principe de base : le principe d'indétermination d'HEISENBERG. Einstein

croit au déterminisme du monde microscopique comme il croit à celui du monde macroscopique et pour lui, la mécanique quantique demeure une science incomplète, incapable d'appréhender dans son ensemble la complexité du microscopique et d'en aborder l'étude autrement que par le calcul des probabilités, qui n'est finalement qu'une modélisation macroscopique d'un très grand nombre de phénomènes microscopiques, individuellement insaisissables mais, à ses yeux, aussi déterminés que les mouvements planétaires. Pour lui, l'indéterminisme fondamental de la mécanique quantique n'est qu'un indéterminisme de notre ignorance, une incomplétude de notre connaissance. *"Dieu ne joue pas aux dés"*.

Telle est bien l'attitude philosophique générale, à la fin du siècle dernier et au début du nôtre : la croyance en un ordre déterministe du monde, l'indéterminisme étant affaire humaine, le plus souvent un indéterminisme d'ignorance, qu'il convient cependant d'examiner plus en détail sur quelques exemples. Nous en retiendrons quatre.

- Le premier exemple porte sur le comportement du scientifique face à la complexité de certains phénomènes, le mouvement des nuages par exemple. On a, certes, la conviction que le mouvement des nuages est aussi déterminé que le mouvement des planètes mais sa modélisation complète est impossible : un objet déformable, difficilement assimilable à une forme géométrique connue, une multiplicité de paramètres à prendre en compte : gravité, forces et vitesses des vents, composition chimique du nuage, température, pression atmosphérique, etc... Seule une vue statistique des phénomènes permet des prévisions *globales* portant sur un laps de temps assez restreint et sur de très larges régions de territoire. Telle est la méthode, devenue fort efficace, de la météorologie, mais qui laisse une part d'indéterminisme importante sur la description *détaillée* de tels phénomènes. C'est là typiquement une forme d'indéterminisme d'ignorance humaine, d'impuissance à prendre en compte la complexité de la nature, due à l'incomplétude de notre modélisation du phénomène.

EINSTEIN crut que tel était aussi le cas des phénomènes pris en compte par la mécanique quantique.

On voit donc clairement à quelles conditions une théorie scientifique pourra révéler le déterminisme de la Nature : une modélisation géométrique simple de l'objet, des lois analytiques régissant le phénomène à l'aide d'un petit nombre de paramètres. La théorie de NEWTON réalise de façon idéale ces conditions : une planète est un objet solide, indéformable, présentant une très

longue stabilité structurelle, assez macroscopique pour que ses accidents de surface, même de la taille de l'Himalaya, soient négligeables et que l'on puisse la modéliser géométriquement par une sphère, physiquement par des couches sphériques homogènes successives, ayant chacune une densité uniforme. Par ailleurs la loi de NEWTON régit à elle seule le phénomène de la gravitation, à l'aide d'un seul paramètre, la distance de la planète au soleil. Alors la théorie de NEWTON révèle de façon parfaite le déterminisme des mouvements planétaires.

La question est de savoir si elle le révèle ou si elle le crée.

- Le second exemple fait naître un tel doute. C'est l'exemple de l'inévitable marge d'erreur qui entoure toute mesure physique. Il est peut-être primesautier de la mettre au compte d'un indéterminisme d'ignorance, d'une sorte d'impuissance technologique seulement.

Il est révélateur de se souvenir que, jusqu'à une époque récente où l'on se mit à mesurer la distance des astres les plus proches du système solaire par la méthode des échos de radar, les mesures trigonométriques gardaient une marge d'erreur du centième de seconde d'arc sur la parallaxe du soleil ($8'',80$ ou $8'',79$), entraînant sur la connaissance de sa distance une erreur supérieure à la distance terre-lune !

Malgré cela, la théorie de NEWTON était parfaite dans ses prédictions. Est-ce à dire que les mesures de distance, même avec de telles marges d'erreur, étaient suffisantes pour faire apparaître le déterminisme de la Nature ?

En fait, les excellentes positions planétaires prédites par la théorie étaient des mesures *angulaires*. Que l'erreur sur parallaxe solaire se répercute sur les positions angulaires par quelques secondes ou minutes d'arc, le résultat sera excellent, mais ce seront des milliers de kilomètres sur l'orbite des planètes les plus lointaines.

Des questions se posent alors :

La distance d'une planète au soleil, qui est la distance entre le centre de la sphère qui modélise la planète et le centre de celle qui modélise le soleil, a-t-elle encore un sens au centimètre près

Si oui et si on la mesurait au milliardième de nanomètre près, la loi de NEWTON resterait-elle valide ?

Une grandeur quelconque, pourrait-elle, en dehors de toute considération technologique, être considérée comme encore définie, s'il était possible d'augmenter indéfiniment la précision de sa mesure ?

Ce type de question a débouché sur tout un chapitre de cosmologie moderne qui traite du fameux "principe anthropique", jeu de mots scientifique qui veut attirer l'attention sur l'extraordinaire improbabilité de l'existence humaine dans un univers totalement déterministe. On sait que la vie ne s'accommode que de conditions physiques très particulières comportant des marges d'écart très étroites. Cela se répercute sur le lot des conditions initiales de l'univers par un choix de valeurs définies à 10^{-60} près et donc d'une probabilité quasi nulle, si les conditions initiales avaient dû être distribuées au hasard ; d'où l'énoncé quelque peu humoristique du principe anthropique : *"L'univers est tel qu'il est, parce que l'homme y existe"*, principe très proche d'un principe de causes finales : l'univers est tel qu'il est, pour que l'homme puisse y exister.

Sans avoir débouché sur des résultats vraiment importants en cosmologie, on peut dire cependant qu'il favorise certaines thèses : celle des univers multiples aux conditions initiales infiniment variées avec aux moins l'un d'entre eux réunissant celles qui devaient aboutir à l'apparition de la vie, ou celles des modèles inflationnaires introduits déjà en cosmologie pour d'autres raisons. Une inflation considérable de l'espace, d'un facteur de l'ordre de 10^{30} au moins dans les tout premiers instants de l'univers, lisserait n'importe quelle série de valeurs initiales en un seul ensemble possible de conditions post-inflationnaires qui possèderaient, entre autres, la propriété d'aboutir à des conditions physiques de l'univers compatibles avec la vie, la vie dont on a encore aujourd'hui une connaissance si rudimentaire qu'elle pourrait fort bien, sous d'autres formes que celles que nous lui connaissons, se manifester partout parmi les phénomènes universels sans, par conséquent, être caractéristique des conditions physiques très particulières sous lesquelles elle s'est développée sur terre.

- La troisième forme d'interminisme inhérente à la nature humaine est l'indéterminisme sur notre connaissance du futur. Même l'extrapolation à très longue échéance des résultats de la mécanique céleste est utopique, et si le futur immédiat reste prévisible dans une très large mesure, l'avenir lointain

s'estompe dans un flou qui devient rapidement l'opacité totale de la connaissance.

Indéterminisme d'ignorance peut-être que cette rupture de notre connaissance sur le futur, qui pourrait être inhérente à nos structures mentales, mais la question reste posée de savoir si, comme il nous semble pour le passé, le futur est en réalité complètement déterminé par tout ce qui a eu lieu.

De tout temps, l'homme a désiré connaître son avenir et n'hésite pas, dans ce but, à s'adonner aux croyances les plus incertaines, quand elles ne sont pas les plus absurdes ou les plus malhonnêtes.

Ces diverses formes d'indéterminisme présentent toutes un caractère négatif d'insuffisance humaine devant la complexité des choses, devant la précision de leur mesure, devant notre conscience temporelle du monde.

- La quatrième a par contre un caractère positif. Il s'agit de la créativité humaine, immense domaine qui va de la créativité élémentaire, le simple geste volontaire, jusqu'à l'oeuvre artistique d'une richesse d'invention inouïe.

Le geste, déjà, n'est pas ressenti par celui qui l'exécute, comme l'inexorable conséquence d'un jeu de causes et d'effets remontant aux conditions initiales de l'univers, quoiqu'on puisse toujours lui rétorquer que c'est pourtant en fait bien le cas et que sa conviction d'avoir fait un geste qui ne dépendait que de sa volonté était pure illusion.

Mais il est bien plus difficile d'admettre que les symphonies de Mozart, ou l'oeuvre poétique de Victor Hugo, ou la relativité générale d'Einstein, étaient contenues dans les conditions initiales de l'univers. Ces oeuvres y existent pourtant même sous forme matérielle, par le livre ou la partition. Elles constituent visiblement une entorse au déterminisme scientifique : quelque chose de neuf existe par pure créativité, par pure volonté humaine.

Et cette forme d'indéterminisme, inhérente encore à la nature humaine, crée un hiatus entre le déterminisme scientifique qu'elle contredit et le déterminisme religieux qui demeure compatible avec elle, puisque la créativité

humaine, avec la liberté et le libre-arbitre de l'homme, reste du domaine de la volonté divine, pour le croyant.

Ainsi, à la fin du siècle dernier et au début de celui-ci, la croyance est quasi générale en un déterminisme absolu de l'univers, à l'image du déterminisme religieux, révélé partiellement par d'excellentes théories physiques scientifiquement déterministes.

L'indéterminisme est affaire strictement humaine.

Le détournant du domaine macroscopique de l'astronomie et de la physique du laboratoire, la science allait plonger son regard vers le monde de la micro-physique et découvrir, par les chemins de la mécanique quantique (la science physique la plus précise que l'on connaisse encore aujourd'hui), *l'indéterminisme fondamental* de la Nature. C'est un tournant décisif de l'histoire des sciences, mais aussi une révolution conceptuelle sans précédent, qui va retourner complètement la situation créée précédemment : l'univers à l'échelle de ses constituants élémentaires est fondamentalement indéterminé et c'est l'homme qui, par la modélisation des structures macroscopiques de l'univers, découvre des lois physiques constituant un ordre déterministe du monde, mais seulement à cette échelle où la modélisation est possible, quitte à la construire statistiquement.

Cet aspect des choses est particulièrement frappant lors de la mesure d'un des paramètres quantiques d'une particule élémentaire. L'appareillage de mesure est monstrueusement disproportionné avec l'objet. Par la mesure, la particule est mise en relation avec un système macroscopique et c'est le passage au mode macroscopique qui permet la *détermination* du paramètre recherché.

Par exemple, si une particule ne peut avoir que le spin $+1/2$ ou $-1/2$, c'est seulement, avec la mesure, que son spin prendra l'une de ces deux valeurs. Une image simple fait alors comprendre la distinction entre l'indéterminisme d'ignorance et l'indéterminisme fondamental : une boîte fermée contient une boule qui ne peut être que blanche ou noire. On ne connaîtra sa couleur qu'en ouvrant la boîte et l'on se trouvait auparavant dans un indéterminisme d'ignorance. L'indéterminisme fondamental serait dans cet exemple, tout autre chose : la boule *n'aurait pas de couleur*, tant que l'on n'ouvrirait pas la boîte et prendrait *au hasard* la couleur blanche ou noire, au moment de son ouverture.

L'indéterminisme n'est pas n'importe quoi ; il a un caractère binaire, il est une potentialité de choix entre *deux* voies possibles. C'est ce caractère qui concilie l'indéterminisme avec l'existence d'un ordre cosmique, qui devient le déterminisme des structures macroscopiques.

Une loi déterministe est en somme toujours une loi statistique.

Notre incapacité à percevoir l'aspect microscopique des choses nous conduit à une telle méthode, qui nous fait croire à la planéité, à la continuité, aux limites, à la stabilité structurelle du plateau d'une table, alors qu'il est un espace essentiellement vide, avec des groupes d'atomes et de molécules qui s'y agitent en tout sens, où toutes les propriétés que l'on vient de citer n'ont aucun sens.

Cependant pour aussi remarquables que soient les résultats de la mécanique quantique, l'indéterminisme fondamental qu'ils semblent révéler est-il vrai ? EINSTEIN n'aurait-il pas raison, qui ne consentit que vers la fin de sa vie à envisager la possibilité d'une telle forme d'indéterminisme, sans trop de conviction ?

L'indéterminisme fondamental ne s'impose pas sans difficulté et l'on rappellera à ce propos l'interminable débat sur le fameux paradoxe EPR, proposé par Einstein, Podolski et Rosen. Une paire de particules corrélées comportera par exemple une particule avec le spin $+1$, l'autre ayant le spin -1 , nécessairement. Les spins restent indéterminés jusqu'à la mesure physique de l'un d'eux. Celui-ci sera alors déterminé avec, du même coup celui de l'autre particule (avec une valeur opposée), aussi éloignée soit-elle de la première au moment de la mesure, situation paradoxale inexplicable sans une violation du principe de causalité ou de localité, toute interaction causale ne pouvant se transmettre à une vitesse plus rapide que celle de la lumière.

Le paradoxe semble levé aujourd'hui et l'expérience d'ASPECT, menée conjointement à la découverte des "inégalités de Bell", semble bien confirmer le caractère fondamental de l'indéterminisme de la mécanique quantique. Mais il s'agit d'une seule expérience.

Le développement de la physique ne semble pas pouvoir apporter

prochainement de nouveaux résultats décisifs pour infirmer ou confirmer définitivement l'idée du déterminisme fondamental de la Nature.

Une démarche toute différente consiste à faire appel une fois de plus à la mathématique. Dans un ouvrage célèbre publié en 1963, le mathématicien Jean-Paul COHEN apporta la solution de l'agaçant problème du continu, proposé par Georg CANTOR à la fin du siècle dernier : la cardinalité du continu (ensemble puissance de l'ensemble des entiers) est-elle la première cardinalité supérieure à celle de l'ensemble des entiers (c'est-à-dire du dénombrable) ?

En introduisant l'indéterminisme en mathématiques, en l'occurrence des ensembles d'entiers indéterminés, dits *génériques* (dont on ne connaît que la *nature* des éléments, sans savoir quels ils sont), COHEN montre que l'on peut construire une infinité de modèles de la théorie des ensembles, chacun d'eux permettant d'attribuer une cardinalité différente au continu. Dans la construction de cette mathématique généralisée, le modèle le plus simple, sans les ensembles indéterminés, possède une cardinalité du continu qui est bien la première cardinalité supérieure à celle du dénombrable, comme le suggérait l'hypothèse de CANTOR, mais avec les ensembles génériques, on peut construire un modèle où la cardinalité du continu soit n'importe quelle cardinalité choisie, aussi élevée soit-elle. Avec l'indéterminisme, le continu apparaît comme un ensemble d'une richesse inouïe.

L'indéterminisme de l'ensemble d'entiers, a , se traduit par le fait que la proposition " n est un élément de a " (où n est un entier) est proposition *indécidable*. La logique, de binaire qu'elle était (une proposition est vraie ou fausse) devient ternaire (une proposition peut être vraie, fausse ou indécidable).

La méthode du "*forcing*" consiste alors à forcer n à être (ou ne pas être) élément de a . C'est là une *condition de forcing élémentaire* qui rend la proposition décidable. C'est une opération de volonté humaine, une créativité élémentaire, l'image mathématique de la mesure physique.

Une *condition de forcing générale* contient un nombre *fini* de conditions élémentaires, pour rester à la portée d'une opération humaine.

Alors COHEN trouve un extraordinaire théorème qu'il déduit des règles

de la nouvelle logique ternaire, des règles du forcing. Il l'utilisera pour la suite de sa démonstration. Nous le considérons pour lui-même.

Soit l'ensemble générique *indéterminé*, a , et A une proposition quelconque sur a , on peut toujours trouver une condition de forcing F qui force A ou non A sur a et donc qui rend décidable la proposition A , qui était indécidable à cause de l'indétermination de a . On peut donc, par le forcing, *déterminer* a par rapport à toute proposition imaginable.

On voit clairement que le déterminisme de a résulte de l'opération volontaire du forcing et que cette étape de déterminisme est *a priori* un choix aléatoire entre deux voies : A ou non A .

À la lumière de tous les progrès de la science depuis le début de ce siècle, tant en physique qu'en mathématiques, il semble bien que l'univers soit fondamentalement indéterminé et que le déterminisme n'apparaisse qu'à l'échelle et par l'effet d'une vision macroscopique du monde, qui est la seule spontanément disponible pour l'homme. Est-ce à dire que les formes matérielles qui nous entourent et les phénomènes que la science regroupe autour de ses lois déterministes sont seulement des produits illusoires de notre imagination, trompée par cette vision globale des choses ? Evidemment non !

Mais le macroscopique et son déterminisme constituent seulement une branche du réel sans doute la plus élaborée, comme si à l'image des êtres vivants, l'univers possédait sa propre téléonomie, poursuivait un projet déterminé de construction, à coups de causes et d'effets, agissant dans le cadre d'un ordre cosmique défini, à partir d'un milieu initial totalement indéterminé.

Une bille qui tombe est vue comme une sphère homogène dont le centre a pour trajectoire la verticale du lieu, décrite suivant la loi de Galilée de la chute des corps. Pourtant, elle est faite de molécules et d'atomes, eux-mêmes constitués de particules élémentaires auxquelles s'applique le principe d'indétermination d'HEISENBERG. On ne peut augmenter la précision sur la mesure de leurs vitesses sans en perdre sur celle de leurs positions.

Une particule élémentaire n'a pas de trajectoire. Sait-on seulement si son existence est permanente ou faite d'une suite incessante de créations et d'annihilations ?

Mais les forces fondamentales confinent, à l'intérieur de cet espace que nous modélisons par une sphère, tous ces phénomènes microscopiques, individuels et désordonnés et, dans ce cas précis, la prédominance de la gravitation entraîne, en bloc, vers le centre de la terre, tous ces microsystemes turbulents. C'est là l'approche du déterminisme. Il n'y a pas de déterminisme parfait dans l'univers.

Le déterminisme parfait est une idée née de la créativité humaine. C'est d'abord la création de la géométrie, la création de formes idéales comme le cercle, l'ellipse, le plan, la sphère que la Nature n'a jamais atteinte, en sa complexité et que l'homme crée par une opération intellectuelle de *réduction* de cette complexité à la forme idéale. Pareillement, sa créativité réduira le phénomène à son caractère principal et le rattachera alors à une cause idéale par une loi idéale, la loi de NEWTON par exemple.

L'univers vit sur un fond d'indéterminisme total. A l'échelle des grandeurs de Planck, il n'y a même plus de flèche du temps. Mais il s'organise à grande échelle autour d'un déterminisme approché, instituant un ordre cosmique faible, que la créativité humaine idéalise en un ordre et un déterminisme parfaits.

* * *

BIOGRAPHIE

Henri ANDRILLAT est professeur à l'Université des Sciences de Montpellier, où il enseigne l'astronomie, l'astrophysique, la relativité générale et la cosmologie.

Il est également président de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.

* * *

Publ. Obs. Astron. Strasbourg
Ser. "Astron. & Sc. Humaines" N° 7

UN THEATRE ASTRONOMIQUE EN AVIGNON

LE PLANETARIUM A MIROIR DE KIRCHER
1632 - 1633

AVANT-PROJET DE RECONSTRUCTION

OUDET J.F.
Ecole Spéciale d'Architecture
Supélec
Paris (France)

UN THÉÂTRE ASTRONOMIQUE EN AVIGNON

LE PLANÉTIARIUM À MIROIR DE KIRCHER - 1632-1633

UN AVANT-PROJET DE RECONSTITUTION

INTRODUCTION

De récents travaux de rénovation ont remis à jour des tracés sur les parois de la cage d'escalier de la Tour de la Motte d'Avignon. Cette Tour, monument historique classé, est située dans l'ancien collège jésuite, aujourd'hui occupé par la médiathèque Ceccano. Il s'agit très probablement du cadran solaire à miroir que le père Athanase Kircher (1602-1680) a construit, en 1632, alors qu'il était professeur dans ce collège.

L'importance de ce monument baroque, que l'on peut certainement qualifier de *premier planétarium du Monde*, en fait une œuvre injustement méconnue. Il est pratiquement oublié de nos jours, éclipsé par les travaux des savants de l'époque devenus célèbres : en 1632, Galilée publiait ses *Dialogues sur les deux systèmes du monde*... Ce cadran catoptrique occupe pourtant une place exceptionnelle dans l'histoire de l'architecture et du décor, aussi bien que dans l'histoire des sciences. Ce fut aussi le premier observatoire installé en France. Il joua un rôle précurseur, qui le rendit célèbre à travers toute l'Europe, où il "excita l'admiration générale". Sa dimension pédagogique en fit un modèle plusieurs fois imité dans les lieux d'enseignement.

L'état actuel des tracés, qui sont à peine lisibles, nécessite une restauration. Nous proposons, dans ce qui suit, une méthode d'interprétation de ces tracés, afin de permettre une reconstitution du monument selon son état primitif. Au préalable, nous ébaucherons l'histoire du monument, pour montrer l'intérêt d'une réhabilitation de cette œuvre exceptionnelle du patrimoine Européen.

UN MONUMENT TOUJOURS MODERNE

L'œuvre du polymathe Athanase Kircher est universelle et diverse, à l'image des travaux de son époque. Mais celle-ci reste assez superficiellement connue, excepté de quelques spécialistes travaillant dans des domaines tout aussi différents. Parmi tous ses travaux, qui recouvrent la vulcanologie, le magnétisme, la musique, des tentatives pour déchiffrer les hiéroglyphes, en passant par la spiritualité, la philosophie, etc... Les recherches du père jésuite sur la lumière occupent une place importante, dans les domaines de l'optique, de la catoptrique, de la perspective et de la gnomonique. Il y consacra plusieurs ouvrages, dont le célèbre *Ars Magna Lvcis Et Vmbrae* (1646). Son premier livre sur ce thème est le *Primitiæ Gnomonicæ Catoptricæ Hoc est Horologiographiæ* (1635), qui nous intéresse ici.

Dans cet ouvrage, Kircher nous informe sur son planétarium, et sur la méthode mise en œuvre pour le réaliser. Il s'agissait d'une installation tout à fait **spectaculaire**, où les images du soleil et de la lune étaient projetées sur les parois intérieures d'un escalier par un système de miroirs, placés au niveau des fenêtres. Un réseau de tracés, peints sur les murs et les plafonds, constituait une véritable description de l'univers, mis en scène par les mouvements luni-solaires faisant le tour de la cage d'escalier au gré du jour et des saisons.

Ce fonctionnement particulier, utilisant un miroir pour projeter l'image des astres, apparente le dispositif du cadran à un planétarium *naturel*, qui fonctionnait à partir la lumière plutôt que par l'ombre. C'est ainsi que l'on peut le comparer à nos planétariums contemporains. C'était aussi un observatoire, dans la préface de son ouvrage, l'auteur vante la qualité et la pureté du ciel d'Avignon, qu'il compare au ciel de l'Egypte. Les conditions y étaient idéales pour effectuer des observations astronomiques.

Il semble, toujours d'après le *Primitiæ*, que l'on pouvait lire sur les parois de l'escalier, les heures vulgaires, les heures astronomiques, la durée du jour et

de la nuit. Sur les méridiens, s'inscrivait l'heure des villes de tous les pays du monde où les collèges jésuites étaient installés. Les principales constellations étaient placées sur un grand nombre de parallèles célestes, formant une carte du ciel. On pouvait y lire, comme dans un almanach, le lieu du soleil dans l'échelle du temps que constituent les signes du zodiaque, ou les dates des fêtes fixes à célébrer. Le réseau des lignes d'azimut (orientation) et des almicanterats (cercles de hauteurs) permettait de mesurer la position des astres sans autre instrument.

Toutes ces indications seront utiles pour la reconstitution, mais il conviendra aussi de les vérifier. Nous constaterons qu'il y a, en effet, d'importants écarts entre l'œuvre écrite et la réalisation *in situ*. L'installation n'était peut-être pas aussi développée que la description donnée par Kircher.

POUR UNE RECONSTITUTION DE CE PATRIMOINE EUROPÉEN EXCEPTIONNEL

Il semble qu'aucune étude critique approfondie n'ait été entreprise sur ces "projections uranographiques", telles qu'elles sont parfois nommées. Une recherche est pourtant nécessaire, pour reconstituer le monument selon son état primitif, dans une perspective de conservation du patrimoine historique et culturel Européen.

La dimension de ce projet est effectivement Européenne. Kircher était d'origine et d'éducation allemande, fuyant l'Allemagne au moment où le roi Gustave Adolphe de Suède envahissait le pays, il se réfugia en France. Il passa au collège jésuite de Lyon, où on lui trouva un poste d'enseignement pour Avignon. Il y enseigna les mathématiques et l'hébreu pendant deux ans, le temps de se faire une réputation. Puis, en 1633 il fut envoyé comme mathématicien à la cour des Habsbourg, pour succéder à Kepler qui venait de mourir. Le 29 Août, le père Athanase partit pour Vienne, mais son voyage, riche en aventures et en imprévus, le conduisit à Rome. Là, il eut la chance d'apprendre que son ami Peiresc avait obtenu du pape Urbain VIII et du Cardinal Barberini qu'il s'installât au Collège Romain — pivot de tout l'ordre jésuite — afin de poursuivre ses recherches. Il est resté à Rome jusqu'à la fin de sa vie, il y créa notamment un musée de "curiosités", le *Museum Kircherianum*, qui subsista jusqu'en 1870. Ensuite, les collections furent transférées au Museo Nazionale, sauf une partie qui est restée au Collège Romain.

Son œuvre a connu une diffusion dans toute l'Europe, de même que sa correspondance, et les Princes, comme les savants et les artistes de tous les pays s'empressaient de lui rendre visite, lorsqu'ils passaient à Rome. Parmi ses nombreux visiteurs, retenons Nicolas Poussin qu'il instruisit sur la perspective.

Kircher fut en son temps un personnage très "médiatique", et son planétarium en témoigne déjà, dès le début de sa carrière. Cette œuvre assura certainement sa promotion sociale, dans la communauté scientifique, qui, à l'époque, était essentiellement (mais non exclusivement) la communauté religieuse. Il acquit ainsi une renommée internationale.

Peu après, vers 1637, le père minime Emmanuel Maignan réalisa à Rome un autre cadran à miroir. Trois autres exemples sont connus en France, un seul étant daté avec certitude. Mais aucun inventaire n'a été entrepris à ce jour, et il est probable qu'il en existe d'autres, cachés dans tel clocher d'église, comme celui qui été récemment découvert.

Si Kircher n'est pas l'inventeur de cet instrument, il est probablement le premier à l'avoir réalisé dans une dimension aussi spectaculaire. Il peut être aussi le premier à l'avoir expérimenté, hormis Copernic, qui réalisa aussi un instrument de ce type. Celui-ci n'a connu qu'une diffusion restreinte, et il est probable que le jésuite en ignorait l'existence. Mais réservons pour une publication ultérieure la recherche des sources qui ont pu être utilisées.

Le séjour de Kircher en Provence.

Comme professeur de mathématiques, il forma aussi certains de ses élèves à l'astronomie. Antoine-François Payen par exemple, qui fut agrégé de l'Université de Lyon en 1635, et devint plus tard jurisconsulte d'Avignon. Il rencontra Tondut de Saint Leger (1583-1669), jurisconsulte de la ville, qui s'intéressait aussi à l'astronomie. Certaines de ses observations nous sont parvenues : celle de l'éclipse de soleil du 8 avril 1633, et la mesure de la latitude d'Avignon par le gnomon, qu'il a effectuée dans la Tour du Collège, après le départ de Kircher (lettre du 27 décembre 1633).

L'éclipse d'avril fut observée avec effervescence dans toute la Provence, et les résultats furent échangés avec les nombreux observateurs de toute l'Europe.

Au cours de son séjour en Provence, alors que l'activité scientifique était florissante en ce début de XVII^e siècle, le père jésuite eut l'occasion de rencontrer de nombreux savants, comme le rabbin astronome Salomon Azubi de Carpentras. Il fut souvent en relation avec l'érudit Peiresc d'Aix en Provence, qui s'intéressait à ses recherches pour déchiffrer les hiéroglyphes, et à ses cadrans solaires mus par des graines de tournesol. Peiresc lui fit rencontrer Gassendi et bien d'autres savants du cercle qu'il animait. Un courrier abondant atteste de l'intense activité scientifique de cette époque, mettant en relation les lettrés de toute l'Europe, ainsi que les missionnaires envoyés dans toutes les parties du monde. Cette correspondance n'a été que très partiellement publiée. Aussi l'étude du planétarium de Kircher demande-t-elle, pour être complète, une recherche sur manuscrits, dans plusieurs bibliothèques européennes.

Le père Athanase reçut la visite de l'astronome polonais Hevelius. Quinze années plus tard, celui-ci gardait le souvenir de leur rencontre, et adressait ses remerciements à Kircher pour *"la gentillesse que vous m'avez montrée à Avignon en 1632"*. Le polonais effectuait un voyage qui l'avait d'abord conduit à Leiden pour y suivre ses études. Puis il vint en France pour rencontrer plusieurs savants, et chercher des financements pour installer son observatoire à Gdansk. Au cours de ce voyage, Hevelius passa par Avignon, et grava à cette occasion le frontispice du *Primitiæ Gnomonicæ Catoptricæ*, qui est sensé représenter le planétarium. Nous allons voir cependant que ce document n'est pas un témoin fiable du lieu, et qu'il n'est pas directement exploitable pour la reconstitution. Il se pourrait d'ailleurs que la gravure ait été exécutée avant les tracés *in situ*.

DESCRIPTION ET MÉTHODE DE RECONSTITUTION GRAPHIQUE DES TRACÉS

La reconstitution graphique des tracés est une étape préalable, indispensable pour permettre une réhabilitation fidèle au monument initial. La signification de tout le système sera restituée à partir d'un schéma global, aussi exact que possible. À partir de ce modèle théorique, on pourra interpréter les tracés qui sont encore perceptibles sur place. Le code signifiant de chaque réseau de lignes sera déterminé à l'aide du code des différentes couleurs encore visibles.

Le lieu confronté au schéma théorique des tracés.

Une première étude, réalisée à partir de la gravure du frontispice du *Primitiæ*, a permis de conclure qu'elle ne pouvait être qu'une représentation très schématique de l'installation de Kircher. L'analyse des différents réseaux du tracé, et les premiers essais de restitution perspective, ont montré que l'on ne pouvait en déduire aucune reconstitution plausible, le dessin étant dépourvu de cohérence interne.

De plus, l'architectonique des lieux est différente de celle de la gravure. L'image représente une salle voûtée et d'un seul tenant, ne correspondant pas à la conformation des lieux. À l'époque, l'installation se trouvait au sommet de la Tour de la Motte, qui était couverte un toit à une pente, orienté face au ciel Sud. Les traces en sont encore visibles, et correspondent à l'état des lieux, avant les derniers travaux de réhabilitation de l'édifice. Cette disposition est en contradiction avec la voûte d'axe Nord-Sud de la gravure. De même la cage d'escalier actuelle, à double volée, présente une typologie incompatible avec la pièce d'un seul tenant dessinée par Hevelius. Si une éventuelle transformation ultérieure reste possible, elle est peu plausible au niveau architectural.

D'autre part, la description que donne M. Chossat à partir du texte de Kircher — à laquelle renvoie J. Fletcher sans critique, et que J. Girard utilise plus prudemment — comporte plusieurs impossibilités*. Mais *grâce au ciel*, dont la figure ne change pratiquement pas au cours des temps, il est possible de retrouver la configuration des tracés.

* Chossat mentionne l'utilisation de deux miroirs, l'un extérieur renvoyant les rayons du soleil en un point fixe, sur un second miroir intérieur. Trois cas peuvent alors se présenter:

1) le miroir extérieur est fixe, dans ce cas il ne peut renvoyer l'image du soleil "mobile" en un point fixe;

2) le miroir extérieur tourne sur lui-même, mais s'il renvoie l'image du soleil "mobile" en un point fixe sur l'autre miroir intérieur, ce dernier réfléchira l'image du soleil en un point immobile sur le mur intérieur, et les tracés se limiteraient à un point (en effet si la direction menée entre les deux miroirs est fixe, le rayon incident sur le second miroir a une direction fixe, ce qui entraîne que le rayon réfléchi, symétrique au rayon incident, aura aussi une direction fixe);

3) le miroir extérieur est déplacé, dans ce cas il faut le manipuler en permanence, ce qui est très peu pratique et de plus très complexe à résoudre pour la détermination des tracés, alors que Kircher parle de démonstrations faciles dans le titre de son livre.

Ces hypothèses ne correspondent en aucun cas aux tracés *in situ*.

On sait que l'installation fut utilisée ultérieurement par d'autres professeurs de mathématiques du collège. Le père Jean Bonfa (1638-1724) y observa à la fin du XVII^e siècle, et le père Claude Ignace Morand (1707-1790) transforma cet observatoire au milieu du XVIII^e siècle. Mais il n'est pas certain qu'il s'agisse effectivement de l'installation de Kircher, car tous les documents disponibles mentionnent un observatoire. Si le planétarium avait bien cette fonction, un autre lieu destiné à l'observation directe aurait pu être installé dans le collège, cela reste donc à déterminer. Certains comptes rendus des observations effectuées aux XVII^e et XVIII^e siècles ont été conservés, ils pourront apporter d'utiles compléments d'information.

D'autre part, le père Bonfa qui avait été élève au collège d'Avignon dans sa jeunesse (étudiant en théologie en 1665-68), a aussi réalisé un autre cadran à miroir, en 1673, alors qu'il enseignait au collège de Grenoble. Son installation, régulièrement entretenue, est restée en relativement bon état, elle a de plus été restaurée récemment. On pourra utilement la comparer au dispositif de Kircher, pour nous aider à sa reconstitution, car elle s'en est très certainement inspirée.

Le père Bonfa a pu, lui aussi, avant le père Morand, modifier l'état primitif du monument avignonnais. Le fait que certaines lignes du réseau subsistant semblent dédoublées, témoigne en faveur de cette hypothèse. Ce dédoublement pourrait être lié à un léger déplacement accidentel du miroir, par rapport à sa position initiale. Il se pourrait aussi que le père Athanase ait corrigé un premier tracé inexact.

Etat actuel.

Le ravalement récent des murs de l'escalier a fortement endommagé les tracés, qui restent difficilement lisibles. Toutefois on reconnaît encore le double réseau des lignes horaires et des arcs des signes, ainsi que leur code de couleurs très estompé.

Il s'agira donc d'interpréter l'ensemble de ces réseaux à partir d'un relevé *in situ* des traces actuelles, de voir s'ils sont cohérents, et s'ils correspondent à la description donnée dans le *Primitiæ*. Il conviendra d'en évaluer le degré de précision.

On peut reconnaître un double dispositif. Les fenêtres Est et Ouest ont été mises à contribution pour installer deux cadrans à miroir, le premier fonctionnant pour les heures de la matinée, et le second pour les heures de l'après-midi ; chaque miroir était placé à proximité de la fenêtre correspondante, dans une position qu'il conviendra de déterminer avec précision.

Les deux miroirs étaient probablement orientés selon un plan parallèle à l'axe de la terre, et à la direction Est-Ouest. Cette disposition, qui correspond à l'un des cas développé par Kircher dans son ouvrage, a un intérêt évident. Elle permet deux niveaux de lecture, qui induisent une forte valeur didactique, et témoignent du caractère ludique du planétarium.

Un planétarium pour la récréation.

Une lecture directe permet de connaître l'heure et la date, en repérant la position de l'image réfléchie du soleil sur le réseau peint des parois intérieures. Mais l'orientation particulière du miroir permet aussi de voir les tracés du cadran en "surimposition" avec les trajets réels du soleil, à partir de ce miroir pris comme point de vue. Les tracés montrent ainsi les déplacements du soleil dans le ciel. Par surimposition, ou par transparence si l'on veut, on peut, à tout moment, comparer la réalité et la représentation. La différence se mesure dans le temps, telle position sur le cadran correspondra à telle autre position du soleil à un autre instant.

C'est un jeu qui nous semble parfaitement témoigner de l'état d'esprit baroque, au même titre que l'anamorphose, telle qu'on la trouve justement associée, dans le cas du cadran à miroir de Maignan.

Explicitons quelque peu cette particularité. Le plan du miroir joue le rôle d'un plan de symétrie pour la sphère céleste. Les plans du méridien et de l'équateur céleste étant perpendiculaires au miroir, ils se confondent avec leur propre image réfléchie. Ainsi, le reflet de l'image actuelle du soleil, dans la cage d'escalier, correspond à une autre position que l'astre occupera dans le ciel, un autre jour de l'année. Le jour où *a*) la déclinaison sera symétrique par rapport à l'équateur — le solstice d'hiver par exemple, est en correspondance avec le solstice d'été — et à une heure de ce jour où *b*) l'angle horaire sera symétrique par rapport au midi. Cette double symétrie est encore plus particulière le jour de l'équinoxe, puisque la déclinaison est nulle. Le soleil se déplace alors dans le plan de l'équateur céleste, qui est aussi perpendiculaire au miroir, se confondant ainsi avec son propre reflet. La tache lumineuse de l'image réfléchie du soleil se

déplace alors dans la cage d'escalier selon le même trajet que le soleil, mais en sens inverse (la projection de la tache s'effectue à partir d'un centre correspondant à la position du miroir).

Ces particularités pourraient justifier à elles seules le choix d'orientation du miroir qui semble, à première vue, correspondre aux restes des tracés en place. Mais dans les autres cadrans connus, on a habituellement privilégié les miroirs horizontaux, dont l'installation est plus commode, et la stabilité mieux assurée. Le problème de la stabilité du miroir est d'ailleurs essentiel pour ce type de cadrans. Le fait qu'elle soit difficile à assurer et plus encore à maintenir, explique peut-être la relative rareté des miroirs obliques. Dans les cadrans à miroir on remarque souvent plusieurs réseaux qui se superposent, ils sont dus aux déplacements accidentels du miroir, nécessitant un nouveau tracé.

Après cette reconstitution sommaire, effectuée sur place et *de visu*, à partir d'une analyse directe, il convient maintenant de discuter la méthode proposée pour reconstituer ce cadran, avec une précision suffisante pour que la réhabilitation soit aussi conforme que possible à l'état initial.

Méthode.

Dans un premier temps un relevé précis sera nécessaire pour établir graphiquement le réseau des tracés. Ce relevé pourra être réalisé par photogrammétrie, ou à défaut, par topographie, au théodolite. La détermination très précise de l'orientation est aussi nécessaire, elle pourrait être effectuée à la même occasion, par une méthode astronomique.

Des dessins en plan et coupes du monument, ainsi que les tracés, seront exécutés à partir des données précises du site, permettant d'établir toutes les vues perspectives nécessaires. À partir d'une autre mise en perspective, obtenue par projection des mouvements luni-solaires sur les parois, on pourra alors comparer visuellement cette image idéale — exacte en théorie, et réalisée pour une position choisie du miroir — avec les tracés existants. On utilisera pour cela une série de vues perspectives de l'ensoleillement (établies dans le cadre de mon enseignement) comme document de référence. Pour une position donnée de l'observateur, ces vues sont déterminées par deux variables seulement : la latitude du lieu, et l'orientation de la vue (la distance principale n'intervient que sur la dimension de l'image).

Kircher prend une valeur de 44° pour la latitude d'Avignon, c'est une approximation suffisamment précise pour être utilisée telle quelle.

L'orientation de la vue est en principe fixée par l'orientation des murs qui portent les tracés, et que l'on assimile à un tableau de perspective. La perspective mise en œuvre sera donc une vue horizontale, à tableau vertical. Les tracés sur les plafonds ne seront pas vérifiés directement par cette méthode, il suffira de constater qu'ils prolongent correctement les tracés sur les murs, dans une vue perspective, ou photographique.

La comparaison des réseaux, réel et théorique, permettra de vérifier l'exactitude des tracés existants, et de déterminer la position, et la direction probables du miroir.

On s'aidera aussi des méthodes de la géométrie descriptive, en particulier pour établir le centre du cadran, et en déduire plus précisément la position du miroir.

Dans un premier temps, la perspective sera construite à partir d'un point de vue correspondant à la position présumée du miroir, reconnue à vue d'œil sur place. On a cherché pour cela un point de vue qui rétablisse une continuité visuelle cohérente entre les différentes parties des tracés, dispersés sur les différentes parois. Le chaos apparent des lignes se réorganise alors en une image régulière de l'ensoleillement. Les segments d'une même droite répartis sur plusieurs parois, se mettant bout à bout, apparaissent sous la forme d'une ligne droite ininterrompue. On privilégiera donc l'analyse des droites du réseau, correspondant aux lignes d'heures et à la ligne équatoriale. Les arcs des autres signes étant des hyperboles, interviendront en phase finale, pour contrôler le résultat obtenu.

Une confrontation alternée, entre les vues de l'ensoleillement préétablies, et les vues perspectives correspondantes des tracés *in situ*, permettra de progresser vers la solution, et de vérifier les résultats. Les tracés pourront être établis en DAO, afin de permettre autant d'essais qu'il sera nécessaire pour déterminer la position du miroir, et reconnaître la précision du tracé de Kircher.

La méthode d'investigation proposée est globale, elle permet de repérer les différents problèmes que pose la reconstitution, et de les résoudre progressivement.

Étude Documentaire.

Une étude documentaire menée en parallèle permettra d'obtenir une meilleure connaissance du planétarium-observatoire de Kircher. L'intérêt de cette étude sera de le situer dans son contexte scientifique et didactique, de recueillir des informations sur le monument, et sur les éventuels débats qu'il a pu soulever. On pourra ainsi évaluer la part d'innovation réellement due à Kircher, mieux établir ses sources, l'usage qu'il a fait de l'installation, et l'occupation du lieu au cours des siècles.

Il semble qu'une polémique relative à la paternité de l'invention l'ait opposé au père minime Maignan qui réalisa une installation semblable à Rome. Mais cette dernière semble postérieure, d'après les premières indications qui ont pu être recueillies. Il apparaît aussi que l'origine de ce dispositif doit plutôt être recherchée du côté des "*Allemans*".

Un inventaire des cadrans à miroir subsistants reste à établir, pour évaluer la richesse du patrimoine Européen, et permettre une étude comparative. Cet inventaire pourra s'appuyer sur une bibliographie des ouvrages de gnomonique catoptrique, que nous avons commencé à recenser et à analyser (l'analyse de ces ouvrages pourra être poursuivie en collaboration avec un latiniste).

La méthode proposée étant générale, elle pourra être appliquée à l'étude et à la restitution d'autres cadrans.

Comme nous l'avons remarqué précédemment, l'étude documentaire demandera d'entreprendre une recherche sur l'abondante correspondance du père Kircher, dont une partie n'existe que sous forme de manuscrits, disséminés dans plusieurs bibliothèques d'Europe. Un financement spécifique à cette étude sera donc nécessaire.

CONCLUSIONS

L'œuvre du père Kircher que nous venons de présenter brièvement, est exceptionnelle à plus d'un titre. Ses multiples fonctions permettent de l'assimiler à l'un de ces "cabinet de curiosités", si prisés de la science baroque, le succès qui couronna l'entreprise à l'époque témoigne en ce sens. Le début du XVII^e siècle a été une période très inventive pour la gnomonique, et les méthodes universelles de Girard Désargues méritent ici une mention particulière. Nous y consacrerons prochainement une conférence, dans le cadre du quatrième centenaire de ce novateur aux multiples facettes, qui a peut-être rencontré Kircher.

Son dispositif présente des parentés de fonctionnement avec la chambre noire, qu'il a traité dans la seconde édition de l'*Ars Magna Lvcis Et Vmbræ*. Aussi, le demi-jour qui règne habituellement dans la cage d'escalier de la Tour de la Motte était-il parfaitement adapté. Les ouvertures donnant vers le sud étaient peut-être occultées pour améliorer encore les conditions d'observation. De plus, la vue panoramique s'ouvre sur un horizon dégagé du Nord-Est au Nord-Ouest, en passant par le Sud, ce qui correspond à toute la zone utile du ciel. Les levers et couchers luni-solaires y étaient visibles tout au long de l'année.

Cette étude prend sa source dans notre enseignement, et représente un prolongement de l'exposition *Temps-Lumière et Monuments Calendaires* réalisée avec nos étudiants, à l'Ecole Spéciale d'Architecture de Paris, en janvier 1991. C'est aussi un plaidoyer pour réhabiliter l'enseignement de la cosmographie, par des méthodes pédagogiques attractives, afin de conserver aux futures générations la possibilité de mener des études similaires.

De nos jours, le cadran de Kircher peut encore se prévaloir d'un potentiel d'intérêt fortement attractif pour un public diversifié. Il suffit pour s'en convaincre, de relever le taux élevé de fréquentation que connaissent les planétariums bien organisés. Cet argument vient encore renforcer l'intérêt de sa réhabilitation, qui devrait permettre de le rendre accessible à la visite. Une reconstitution des instruments utilisés pour réaliser les tracés peut être envisagée, dans le cadre d'une animation muséographique, qui pourrait aussi exploiter les résultats de l'étude documentaire.

Nous sommes donc conduit à conclure par un appel pour le financement de cette réhabilitation. Dans un premier temps une étude préalable permettra d'établir le monument sur des bases scientifiques fiables, à partir des relevés de

l'existant, en vue de réaliser un modèle pour la reconstitution finale. L'étude documentaire pourra être menée parallèlement, afin de préparer la dernière phase des travaux de réhabilitation, et la présentation au public par une exposition inaugurale.

Cet appel s'adresse au mécénat privé, comme aux institutions liées à la recherche, et au Patrimoine. Pour une société privée, cela pourrait prendre la forme d'un échange, en réalisant une copie grandeur nature du monument. Un planétarium historique en état de fonctionner, implanté au siège de la société représenterait un potentiel d'image doué d'une grande force d'impact, doublé une animation divertissante pour un large public. Une manifestation urbaine est aussi prévue pour l'inauguration, qui se tiendra durant le festival d'Avignon, alors que tous les médias dirigent leurs objectifs sur la ville.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ouvrages Anciens

KIRCHER Athanasius

- *Primitiæ Gnomonicæ Catoptricæ Hoc est Horologiographiæ Novæ Specularis...*
- Avignon, Ex Typographe I. Piot, 1635, in 4°, [12], 228, [16] pp.. Dedicacé aux consuls d'Avignon et à Claudius Sylvester, le 10 Mai 1633. (contient la description des projections faites par l'intermédiaire de miroirs dans la Tour de la Motte).
- *Ars Magna Lvcis Et Vmbræ In decem Libros digesta...* Rome, 1646 (1ère ed.), [40], 935, [15] pp.; 2ème ed. Amsterdam, 1671. (décrit un large éventail de cadrans solaires, dont certains très originaux et de sa propre conception; le

Livre VI: "Ars Anacamptica sive Astronomia reflexa" est consacré aux cadrans à réflexion et contient les propriétés des miroirs cylindriques et coniques qu'il utilise pour réaliser des cadrans curieux.)

BONFA (J.)

- *Journal des Sçavans* - Paris, VI (1679), janv. p.24-26, fev. p. 56, juin p.182-184 ; sept 1682 p. 312 ; 1683 p. 36-39; 1684 p. 176, 201 ; 1686 juin p. 175, nov. p. 272 ; juill. 1687 pp. 313-321. (observations astronomiques)

CAMBIS (Jh. de)

- *Annales historiques sur l'état et la ville d'Avignon* - ms. 2776, bibl. d'Avignon ,
f° 279.

(le P. Morand à Avignon de 1741 à 63, construit un nouvel observatoire)

Ouvrages modernes

BALTRUSAITIS (J.)

- *Anamorphoses* - Paris, Perrin, 1969.

BIGOURDAN (G.)

- "Sur quelques anciens Observatoires de la région provençale au XVII^e siècle. L'Observatoire d'Avignon" in *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 164 (1917), pp. 253-259.

BIGOURDAN (G.) / PINGRE

- *Annales célestes du XVII^e siècle* - Paris, Gauthier-Villars, 1901.

CHOSSAT (M.)

- *Les Jésuites et leurs Œuvres à Avignon, 1563-1768* - Avignon, 1896, pp. 234-237.

DAINVILLE (F.)

- "Foyers de culture scientifique dans la France méditerranéenne" in *RHS* 1 (1948) pp. 289-300.

- "Enseignement des mathématiques dans les collèges jésuites de France du 16^e au 18^e siècle" in *RHS* 7 (1954) p. 6-21, 109-123.

FLETCHER (J.)

- "Astronomy in the life and correspondance of A. Kircher" in *ISIS* 61 (1970) p. 52-67.

GIRARD (J.) in DELATTRE (P.)

- *Les établissements des Jésuites en France depuis quatre siècles* - Paris, 1939-1957, 5 vol., vol. I (1949)

GODWIN (J.)

- *Athanas Kircher: a Renaissance Man and the Quest for Lost Knowledge* - Londres, Thames & Hudson, 1979.

- trad. fr. *Athanas Kircher, un homme de la Renaissance à la quête du Savoir Perdu* - Paris, Pauvert, 1980.

HUMBERT (P.)

- *Les Astronomes Français de 1610 à 1667* - in *Mémoires de la Société d'Etudes Scientifiques de Draguignan*, LXIII (1942) Draguignan, 1942.

- "Le P. Jean Bonfa, Astronome (1638-1724), correspondant de Cassini d'après des documents inédits" in *Archivum Historicum Societatis Iesu Vol. XVIII* (1949), pp. 261-267.

- "Le Père J. Bonfa et la latitude d'Avignon" in *Comptes Rendus du 71^e Congrès des Sociétés Savantes de Paris et des Départements* - Nice, 1938, pp. 85-87.

- *Peiresc : un amateur français* - Paris, Desclée de Brouwer, 1933, p. 252. (cadran à graine de tournesol in lettre de P. à M. Pons)

MERRILL (B.L.)

- *Athanasius Kircher (1602-1680), Jesuit Scholar* - catalogue d'exposition, Provo (Utah), Friends of the Bingham Young University Newsletter 33, 1989.

PARES (J.)

- *La gnomonique de Desargues à Pardiès = Cahier d'Histoire et de Philosophie des Sciences 17* (1988) - Paris, Belin

REILLY (P. Conor)

- "Athanasius Kircher S.J., Master of a Hundred Arts" in *Studies 44* (1955) pp. 357-468. (Biographie de Kircher)

SOMMERVOGEL (C.)

- *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus*, Bruxelles/Paris, 1890-1932; réed. Louvain, 1960.

BIOGRAPHIE

J.F. OUDET est professeur à l'Ecole Spéciale d'Architecture de Paris et à Supélec. Il poursuit des travaux de recherche consacrés à l'inscription du temps annuel dans l'organisation spatiale des édifices.

Diverses publications sont en cours :

- "*Du Ciel au Calendrier : l'Image de l'année et l'origine de la gnomonique*" : à paraître dans les Actes du Colloque "De l'image naturelle à l'image artificielle", dans les "Calendriers d'Histoire et de Philosophie des Sciences", Paris - Belin.

- "Le Panthéon de Rome à la lumière de l'équinoxe" : à paraître dans les Actes du Symposium "Current Problems and Future of Archaeoastronomy", Varsovie.
- "Le style de Desargues, ou l'observation associée à la théorie pour placer le style d'un cadran solaire" : à paraître dans les Actes du Colloque "Quatrième centenaire de Gérard Desargues", Paris - Lyon.

*

BIBLIOGRAPHIE

J.F. OUDET est professeur à l'École Supérieure d'Architecture de Paris et à Supélec. Il poursuit des travaux de recherche consacrés à l'histoire du temps annuel dans l'organisation spatiale des édifices.

Diverses publications sont en cours.

- "Du Ciel au Calvairier : l'image de l'année et l'origine de la gnomonique" : à paraître dans les Actes du Colloque "De l'image naturelle à l'image architecturale", dans les "Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences", Paris - Belin.

LA COSMOLOGIE MYTHOLOGIQUE :
LE RATIONNEL DANS L'IRRATIONNEL

RADOSLAVOVA T.

Département d'Astronomie
Académie Bulgare des Sciences
Sofia (Bulgarie)

SIMANOVA A.

Institut d'Histoire et de Philosophie
Académie des Sciences de la Sibérie
Novosibirsk (Bulgarie)

LA COSMOLOGIE MYTHOLOGIQUE :

LE RATIONNEL DANS L'IRRATIONNEL

Les mythes cosmologiques de l'ancienne Grèce, qui nous sont parvenus, représentent non seulement des jolis contes religieux, mais une source abondante de connaissances des racines historiques de la mentalité humaine, de la logique même de notre vision de la vie, de notre interprétation de l'Univers et de l'homme.

Un mythe cosmologique peut être considéré comme un modèle du monde, où la perception sensitive de l'environnement est reliée à certains essais de trouver une explication plausible de cet environnement. La méthode ordinaire de construction d'un modèle de ce genre, c'est l'analogie - en tant que méthode de formation de raisonnements déductifs. C'est la méthode la plus naturelle et la plus simplifiée qu'un individu débutant aurait appliquée. Ses premiers pas dans la connaissance du monde sont liés, d'une façon toute naturelle et plutôt inconsciente, à son effort de se mesurer avec le monde qui l'entoure, de comparer les processus se produisant en lui, avec ceux, qui apparaissent dans la nature. C'est pour cette raison qu'on trouve des éléments anthropomorphiques dans les mythes cosmologiques. Cependant, cela est un antropomorphisme relatif, car l'homme distingue soi-même du monde environnant ; il se rend bien compte de sa solitude - et en même temps, il conçoit n'être qu'une partie de ce monde, voire, une partie dérivée ; puisqu'il existe des lois (en s'exprimant en termes modernes), qui sont hors de lui et plus haut que lui.

Or, le fait même de cette conscience de l'homme de l'existence de certaines lois qui gouvernent l'Univers, le range dans une position singulière : d'un côté, il fait partie de ce monde ; d'un autre, il en est conscient et y réagit d'une façon adéquate. Le monde fut créé pour créer à son tour l'homme... Cette collision est exprimée dans la dialectique des mythes cosmologiques. Le monde est créé et formé, comme l'homme l'est aussi ; l'homme, de son côté, est le résultat de la naissance et la création du monde. D'où le processus de création de l'Univers apparaît sous deux aspects : l'aspect irrationnel, qui est proprement mythologique, et l'aspect rationnel, qui est, en effet, d'une signification cosmologique. De cette manière, les dieux mythologiques sont des divinités ayant des traits caractéristiques des êtres humains ; mais ils représentent aussi des objets cosmiques concrets, par exemple, Ouranos - le Ciel ; Gaia - la Terre ; Phanes - le Soleil. Cette duplicité est inhérente à tous les personnages "cosmologiques" de la mythologie grecque. Elle trouve place aussi bien dans leur évolution. En tant que divinités mythologiques aux caractéristiques humaines, ils entrent en liaisons sexuelles dont vient toute divinité du monde ; avec ça, ils évoluent en tant qu'objets cosmologiques. Dans l'interprétation de M. Papathanassiou, les généalogies des dieux représentent les phases évolutives de la création du monde matériel, et chaque divinité symbolise l'état d'un corps matériel ou les forces qui en émanent. Les mutilations des dieux Ouranos et Saturne sont des expressions symboliques de la fin de certaines phases de la création. Les unions ou les mariages des dieux selon leur représentation anthropomorphique, expriment les forces créatrices de la Nature. Lorsque Jupiter devint le roi des dieux, on considérait que tout avait été procréé par lui, que tout émanait de lui ; c'est ainsi que ses enfants personnifient les forces créatrices qui en émanent et pénètrent dans tout l'Univers. Cet univers n'a pas été créé par hasard ; il est gouverné par une totalité de lois inévitables...

Il existe une analogie entre l'évolution de l'Univers et celle de l'homme, dont la cause se trouve dans les capacités anthropomorphiques des personnages mythologiques. Une exception bien connue et qui fait l'objet d'un intérêt particulier de notre part, c'est le Chaos. Son aspect essentiel (comme l'étymologie même de cette notion le laisse voir), c'est l'abîme cosmique qui s'ouvre soudainement, et c'est le premier acte de la création du monde. C'est l'espace qui surgit d'abord, et c'est seulement après, que vient tout le reste, commençant par la Terre (Gaia). Le Chaos, cette personnification de l'espace-abîme, donne naissance aux deux autres êtres cosmiques : Erèbe, symbole de l'obscurité absolue, et la Nuit, qui symbolise une obscurité relative possédant des capacités génétiques. C'est là-dedans qu'est l'origine d'une certaine ligne généalogique des êtres, aussi bien divins, que démoniaques.

Le fait que le Chaos ne possède pas d'attributs anthropomorphiques est d'une signification considérable ; bien qu'il apparaisse, en un certain sens, comme

ancêtre de l'Erèbe et de la Nuit. Un autre aspect important c'est que le Chaos ne soit pas vu en tant qu'espace à trois dimensions, encadrant le monde (cette vision s'étant formée beaucoup plus tard, lors de la naissance de la science en ancienne Grèce). Par conséquent, le Chaos, c'est un espace-créeur, sans qu'il soit anthropomorphisé. Il y existe une forte analogie au vacuum physique, lequel, lui aussi, engendre de la matière et est relié à la structure de l'espace physique. De ce point de vue, le Chaos peut être considéré comme l'état tout primitif de la substance initiale.

Maintenant je voudrais quitter pour un moment les sujets mythologiques et attirer votre attention sur les résultats assez curieux d'une recherche de M. Bartini, constructeur d'avions. Il avait essayé de présenter schématiquement les délais de réalisation d'une invention ou idée technique, au cours des derniers siècles. Les conclusions qu'on peut en tirer, ne sont guère surprenantes : plus une invention est éloignée dans le temps, plus le délai de sa réalisation (sous forme d'un mécanisme ou d'une théorie) est long. Des essais avaient été faits d'extrapoler, dans un but pronostique, la ligne ainsi obtenue dans le futur ; mais personne n'a encore tenté de la retracer en arrière dans le temps, vers le passé et ceci non seulement à propos des inventions techniques, mais aussi des idées se rapportant à la conception de vie, qui se sont ensuite transformées en théories scientifiques concrètes.

Nous avons accompli certaines recherches préalables dans ce domaine. Les résultats témoignent en faveur d'une tendance pour une inévitable "matérialisation" dans des théories, des notions générales au caractère conceptuel ou gnoséologique. En tant qu'exemple nous pourrions mentionner l'idée de pluralité des mondes, qui est à présent non seulement le sujet de nombreuses recherches purement spéculatives, mais aussi des théories cosmologiques rigoureusement élaborées. Ou, encore, l'idée de l'existence du tout en tout -ce qui, dans l'antiquité, fut d'une signification plutôt poétique, mais à présent elle fait partie de la conception théorique du monde particule. En d'autres termes, des idées purement abstraites et plutôt vagues se sont transformées en un système net de solides théories scientifiques. Evidemment, cette conversion dépend, d'une façon directe, du niveau de développement humain, de l'expérience et des connaissances acquises, ainsi que de la base empirique en disposition.

De nombreux exemples de ce genre existent. Alors, ne pourrait-on pas s'imaginer que toutes les théories scientifiques, présentes ou futures, existaient déjà, bien qu'en état latent, dans les conceptions des anciens ?

Assez fragile et ingénieuse à première vue, cette hypothèse ne manque pas de fondement et mérite réflexion. Elle présupposerait alors que l'esprit

humain, intégré dans l'Univers, de son côté intègre l'Univers en soi-même. Le monde se fait connaître par l'homme, et se connaît lui-même par l'intermédiaire de l'homme... Il semble donc difficile de marquer des limites distinctes entre l'objet et le sujet, dans l'espace comme dans le temps...

Le problème qui se pose, est de trouver une approche effective à la mythologie, supposée irrationnelle, qui aurait permis d'y découvrir ce qu'il y a de rationnel et de l'élaborer. Cela veut dire de découvrir ce qui avait déjà été découvert et saisi intuitivement par les anciens, et de l'exprimer en termes du langage scientifique moderne. De cette manière les germes, c'est-à-dire, les fondements conceptuels et gnoécologiques des futures théories, peuvent être dévoilés...

Avec cette hypothèse, la mythologie grecque se présente sous une lumière nouvelle. Elle se transforme en un champ de développement des théories cosmologiques. Les sujets mythologiques mentionnés au début de notre exposé, confirment cette thèse. Le développement et la concrétisation du thème du Chaos engendrant l'espace ; de la Nuit et d'Erèbe qui sont ses dérivés ; de Gaia et de l'Oùranos qui renient cet espace quoique d'une manière dialectique - peuvent être considérés dans le contexte des conceptions modernes de la cosmologie, et particulièrement, des conceptions de l'espace et du (ainsi appelé) "*champ scalaire*".

Les sujets mythologiques grecs peuvent également contribuer à déceler quelques caractéristiques toutes nouvelles. Or cela est un problème concernant les cosmologistes. Notre but dans cet exposé était de suggérer l'idée que dans la mythologie cosmologique de l'ancienne Grèce gisent les fondements gnoécologiques et méthodologiques des théories cosmologiques modernes, ainsi que les moyens de prédication des visions et des conceptions nouvelles...

★

Index

INDEX

Volumes 1 à 6

Volume 1

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	1
Le Calendrier Gaulois de Coligny <i>J.P. Parisot</i>	3
Temps et Devenir I et II <i>H. Barreau</i>	23
Essai de Reconstruction des Extrema Solaires Historiques <i>J.P. Rozelot</i>	51
Temps, Durée et Naissance des Calendriers <i>L. Molet</i>	55
La Détermination et la Conservation de l'Heure : Histoire d'une Fonction Sociale <i>G. Jasiewicz</i>	59
Division et Continuité du Temps dans les Mythes Grecs : Le Seuil et le Cercle <i>R. Triomphe</i>	65
Abu Ma Sar et la Théorie des Grandes Conjonctions <i>E.H. Wagner</i>	81
Les Calendriers Liturgiques et les Irrégularités de la Date de Pâques <i>F. Suagher et J.P. Parisot</i>	95
Les Phénomènes "Météorologiques" dans la Tradition Populaire <i>K.A.F. Fischer</i>	117

Volume 2

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	1
Le Zodiaque de Denderah <i>H. Andriolat</i>	3
Le Lever Héliaque de Sirius <i>J.P. Parisot</i>	27
L'Astronomie des Anciens Mayas <i>G. Jasiewicz et F. Jaffiol</i>	57
"Année Platonicienne" et Période Précessionnelle <i>Ch. Lazarides</i>	65
Les Boîtiers Rituelles de Printemps <i>A. Lebeuf</i>	81
L'Observation Populaire de la Chute des Météorites (Deux Enquêtes Publiques sur les Chutes de Météorites ou la Population Face à des Phénomènes Célestes) <i>A. Florsch</i>	99
La Mesure du Temps chez les Celtes <i>J.M. Le Contel et P. Verdier</i>	117
Hildegarde de Bingen : Représentations Cosmologiques <i>E. Klein</i>	135

Volume 3

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	1
La Lune vue par les Grecs <i>R. Triomphe</i>	3
Le Calendrier Romain de 304 Jours <i>J. Hornecker</i>	17
Ma Traduction du Calendrier de Coligny <i>P.E.A. Verdier</i>	23
L'Observatoire Astronomique de la Cathédrale Saint-Lizier de Couserans <i>A. Lebeu</i>	39
Astronomy in Europe between 8000 and 1200 BC <i>W. Schlosser</i>	79
Nicolas Machiavel et la Structure ternaire de l'Univers <i>P. Kah</i>	93

Volume 4

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	1
Durée et Temps à Madagascar <i>M.L. Molet</i>	3
Gammes Planétaires et Harmonie Cosmique au Haut Moyen Age <i>J. Viret</i>	13
Le Songe de Kepler <i>H. Andriolat</i>	27
Le Carnaval et le Calendrier de Coligny <i>P. Verdier</i>	35

Volume 5

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	1
Symbolique Cosmique et Images Antiques du Ciel <i>R. Triomphe</i>	5
L'Ethnographie des Astronomes <i>A. Lebeuf</i>	37
Les Moitiés Masculines et Féminines du Ciel : Astronomie de quelques Tribus Guyanaïses <i>E. Magana-Torres</i>	59
Emigration - Sort d'Astronomes Allemands en 1918 et Aujourd'hui <i>Th. Schmidt-Kaler</i>	73
Les Comètes d'Atawallpa : Astronomie et Pouvoirs dans l'Empire Inca <i>M.S/ Ziolkowski</i>	91

Volume 6

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	i
Le Cycle Lunaire et sa Signification chez les Indiens Mexicains <i>U. Köhler</i>	1
Les Mégalithes de Bretagne et les Théories Astronomiques. Cent ans d'interrogations. <i>J. Briard</i>	15
Dans le Procès de l'Astrologie, le rationalisme est-il tout à fait Rationnel ? <i>C. Maillard</i>	35
Commentaire sur l'Exposé de M. Maillard <i>H. Andriolat</i>	49
Préoccupations Cosmologiques et Astronomiques dans les Travaux de l'Ecole Française d'Ethnologie dans la Boucle du Niger <i>P. Erny</i>	53
Les Moitiés Masculines et Féminines du Ciel : Astronomie de quelques Tribus Guyanaïses (Article paru dans Volume 5) Bibliographie <i>E. Magana-Torres</i>	75

Volume 6

1	Editorial P. Emy et C. Jasconet
1	Le Cycle Lunaire et sa Signification chez les Indiens Mexicains U. Köhler
15	Les Mégalithes de Bretagne et les Thèmes Astronomiques Cent et Contre-Arguments J. Briant
35	Dans le Procès de l'Astrologie, le rationalisme est-il tout à fait Rational ? C. Mallard
49	Commentaire sur l'exposé de M. Mallard H. Andrieu
53	Préoccupations Cosmologiques et Astronomiques dans les Travaux de l'Ecole Française d'Ethnologie dans la Bouche du Niger P. Emy
75	Les Mondes Mérovingiens et Franciens du Ciel : Astronomie de quelques Textes Loupseaux (Attila dans Voltaire ?) Biographie E. Magagnoli-Touss

INDEX

AUTEURS

Andrillat H.	2,3 ; 4,27 ; 6,49
Barreau H.	1,23
Briard J.	6,15
Erny P.	1,1 ; 2,1 ; 3,1 ; 4,1 ; 5,3 ; 6,53
Fischer K.A.F.	1,117
Florsch A.	2,99
Hornecker J.	3,17
Jaffiol F.	2,57
Jaschek C.	1,1 ; 2,1 ; 3,1 ; 4,1 ; 5,3
Jasniewicz G.	1,59 ; 2,57
Kah P.	3,93
Klein E.	2,135
Köhler U.	6,1
Lazaridès Ch.	2,65
Lebeuf A.	2,81 ; 3,39 ; 5,37
Le Contel J.M.	2,117
Magana-Torres E.	5,59 ; 6,75
Maillard C.	6,35
Molet L.	1,55 ; 4,3
Parizot J.P.	1,3, 95 ; 2,27
Rozelot J.P.	1,51

Schlosser W.	3,79
Schmidt-Kaler Th.	5,73
Suagher F.	1,95
Triomphe R.	1,65 ; 3,3 ; 5,5
Verdier P.	2,117 ; 3,23 ; 4,35
Viret J.	4,13
Wagner E.H.	1,81
Ziolkowski M.S.	5,91